

Univerzita Karlova v Praze

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Slackline a její vliv na hluboký stabilizační systém páteře

Slackline and its influence on deep stabilizing muscles of the spine

Anna Obročníková

Vedoucí práce:	doc. Hana Dvořáková, CSc.
Studijní program:	bakalářské, prezenční
Studijní obor:	Specializace v pedagogice matematika a tělesná výchova a sport

2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Slackline a její vliv na hluboký stabilizační systém“ vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze 17. 4. 2018

.....

podpis

Děkuji paní doc. Haně Dvořákové, CSc., vedoucí mé bakalářské práce, za cenné rady při zpracování bakalářské práce „Slackline a její vliv na hluboký stabilizační systém páteře“. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za poskytnutí některých fotografií a možnost konzultace o problematice v rámci tréninku na slackline a funkci hlubokého stabilizačního systému. Obrovský dík patří všem probandům, kteří se účastnili mého výzkumu. Obrovský dík také patří paní Věře Dvořákové, která dělala v práci jazykovou korekturu.

## ANOTACE

V práci se zabývám souvislostí mezi mladým sportem, slackline, a jeho vlivem na hlubokým stabilizačním systémem páteře (dále jen HSSP), jeho funkcí v každodenním životě a problematikou disfunkce. Cílem práce je zjistit, zda je možno prostřednictvím velmi mladého sportu slackline, ovlivnit funkci HSSP. Dílčím cílem práce je zjistit, zda toto případné ovlivnění je pozitivní či negativní. Dalším dílčím cílem je zjistit, zda se dá prostřednictvím tréninku na slackline snížit levo-pravá dysbalance.

Jako metodu k dosažení cíle jsme zvolila přirozený verifikační experiment. dvě skupiny z řad kolegů na Katedře tělesné výchovy na pedagogické fakultě. V jedné skupině bylo 6 probandů, 2 žen a 4 mužů. Jedna skupina byla kontrolní a druhá experimentální. S experimentální skupinou jsme trénovala po dobu 4 týdnů v rozsahu jedné hodiny týdně na slackline.

Obě skupiny byly testované modifikovanými testy na statickou rovnováhu jejichž prostřednictvím jsem zkoumala ovlivnění funkce HSSP. Experimentální skupina byla navíc testovaná na úroveň zdatnosti na slackline. Výsledky testů jsem zpracovávala pomocí průměrů, procentuálního zlepšení v testech a chí kvadrátu.

Výsledky prokázaly, že trénink na slackline ovlivňuje statickou rovnováhu. Čtyřtýdenní trénink na slackline zlepšil u pěti probandů ze šesti statickou rovnováhu a díky modifikaci testů můžeme předpokládat, že i funkci HSSP. O snížení levé-pravá dysbalance nemůžeme nic říci, vzhledem k nejednotným výsledkům kontrolní skupiny.

## **ANNOTATION**

The thesis deals with the relationship between the young sport of slackline and the deep backbone stabilization system (HSSP) and its function in everyday life and problems of dysfunction. The aim of this work is to find out whether the very function of SSSL can be influenced by the very young slackline sport. The partial aim of the thesis is to determine whether this potential influence is positive or negative. Another partial goal is to determine if you can reduce left-right imbalance through slackline training.

To reach the goal, we chose a natural verification experiment. two groups from colleagues at the Department of Physical Education at the Faculty of Education. In one group there were 6 probands, 2 women and 4 men. One group was control and the other was experimental. With the experimental group, we trained for slackline for 4 weeks, one hour a week.

Both groups were tested by modified static balance tests through which I examined the HSSP. Additionally, the experimental group was tested for the slackline fitness level. I processed the results of the tests using averages, percent improvement in tests and chi quadrate.

The results showed that training on slackline affects static balance. Four-week slackline training has improved five static balance probands and, thanks to the modification of the tests, we can assume that the HSSP function as well. We cannot say anything about the reduction of left-right imbalance due to the inconsistent results of the control group.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Slackline, hluboký stabilizační systém, příprava slackline, dynamická a statická rovnováha, balanční cvičení

## **KEYWORDS**

Slackline, deep stabilization system, preparation of slackline, dynamic and static balance, balance training

## Obsah

1	Úvod .....	7
2	Problém a cíl.....	8
3	Teoretická část.....	9
3.1	Slackline.....	9
3.1.1	Co je to slackline .....	9
3.1.2	Slackline jako prostředek ke zdravotní kompenzaci .....	10
3.1.3	Slackline a rovnováha.....	11
3.1.4	Metody učení na slackline .....	13
3.2	Hluboký stabilizační systém páteře (dále jen HSSP).....	17
3.2.1	Co je HSSP .....	17
3.2.2	Svalstvo HSSP.....	18
3.2.3	Vznik HSSP v průběhu prvních 6 měsíců ontogeneze dítěte .....	22
3.2.4	Vztah HSSP s CNS.....	23
3.3	Vztah HSSP a slackline .....	25
4	Praktická část.....	27
4.1	Cíl, dílčí cíle a úkoly práce .....	27
4.2	Hypotézy.....	27
4.3	Metody .....	28
4.4	Výzkumný soubor.....	33
4.5	Realizace výzkumu .....	33
4.6	Zpracování dat .....	34
4.7	Výsledky .....	36
4.7.1	Vstupní měření .....	36
4.7.2	Výstupní měření .....	40

4.7.3	Vyhodnocení hypotéz .....	44
4.8	Diskuse.....	49
5	Závěry.....	57
6	Citovaná literatura .....	58

# 1 Úvod

Jako téma jsem si vybrala sport slackline a její vliv na hluboký stabilizační systém páteře (dále jen HSSP).

Slackline jsem si zvolila, protože se tomuto sportu věnuji prakticky od jeho začátku v České republice, dokonce jsem mistryní v české republiky ve speedline. Jelikož je tento sport velmi mladý, je o něm velmi málo oficiálních publikací. Proto jsem chtěla přispět svými znalostmi, které mnohdy stále ještě nejsou nikde sepsány.

HSSP jsem si vybrala, protože o jeho důležitosti v každodenním životě málokdo ví, a chtěla bych tak na něj poukázat. Tento systém se aktivuje při každém pohybu našeho těla. Jeho nefunkčnost se řadí mezi jednu z hlavních příčin bolestí zad (Kolář & Lewit, 2005, stránky 8-60). Jednou z možností jeho posílení jsou cvičení na dynamickou rovnováhu.

Mezi dynamické cvičení řadíme také slackline, což je hlavní důvod, proč jsem si vybrala právě tuto kombinaci. Dalo by se prostřednictvím velmi zábavného sportu, který je poměrně dobře dostupný, zmírnit bolesti zad a zlepšit funkci HSSP, která je tak podstatná pro jakýkoliv pohyb? Pokud ano, mohlo by to pomoci mnoha lidem, kteří trpí bolestmi zad.



## **2 Problém a cíl**

V posledních letech se dostává do popředí mladý sport slackline. Podstatou tohoto sportu je balancování na dynamickém plochem popruhu nad zemí. Tak si sportovec zábavnou formou zlepšuje dynamickou rovnováhu. Proto se začalo zvažovat jeho možné využití ve fyzioterapii, ale dosud neproběhl žádný větší oficiální výzkum na toto téma.

Dalším často řešeným problémem jsou bolesti zad. Kolář a Lewit (Kolář & Lewit, 2005) udávají, že nejčastějším důvodem návštěvy lékaře a pracovní neschopnost jsou bolesti zad. Dokonce přibližně 80 % populace alespoň jednou za život trpí bolestí zad. Jedou z nejvýznamnějších příčin způsobující bolesti zad je špatná funkce hlubokého stabilizačního systému páteře (Kolář & Lewit, 2005).

Jednou z možností posílení HSSP jsou balanční cvičení, mezi která se právě řadí i slackline. Proto jsem si ve své práci zvolila následující cíl.

Cílem práce je ověřit, zda trénink na slackline ovlivní výsledky modifikovaných testů na statickou rovnováhu a prostřednictvím toho i zlepšení funkce HSSP.

## 3 Teoretická část

### 3.1 Slackline

#### 3.1.1 Co je to slackline

Chůze po slackline neboli slacklining se stává jedním z nejpobulárnějších sportů dnešní doby. V překladu je slack je prohnutý, prověšený a line čára, linie. Slackline je speciální prověšený popruh, který se napne mezi dva pevné body, nejčastěji mezi dva stromy, a po kterém se chodí. K natažení je navíc potřeba kotvící lana nebo smyčky, ráčna nebo kladkostroj, kterým se slackline dopne dle potřeby. Nejdůležitější vlastností slackline je dynamičnost, čímž se liší od popruhů na uchycení nákladu. Díky této vlastnosti se dají na slackline provádět různé triky, ať už statické nebo dynamické. Nejčastěji se setkáváme s nataženou slackline v parku, v lese, některé dlouhé i na louce.

Slackline je také často spojována s provazochodectvím. Můžeme říct, že slackline je moderní provazochodectví, ale s klasickým provazochodectvím se liší v mnoha ohledech. Hlavní rozdíl je v použití materiálu. V provazochodectví se využívá kulatých ocelových lan (Kváš, 2013), slackline je naopak dynamický popruh. Rozdílnost tak můžeme do jisté míry srovnat s chůzí po pevném zábradlí a houpajícím se laně. V provazochodectví se dále využívá tyče, na zlepšení rovnováhy, kdežto ve slackliningu nikoliv. Provazochodectví se věnují převážně artisté, ale slackline je určena pro širokou veřejnost (Kučera P. , 2013).

Hlavním důvodem, proč se slackline stává stále pobulárnější, je právě místo, kde se napíná. Často se kolemjdoucí zastavují a dívají se, co se to provádí na „laně“. O něco málo častěji se dovolí, zda by si chůze na „laně“ také mohli zkusit. Nejvíce nadšené jsou ze začátku děti, ovšem ty to většinou po určitém čase pro velkou koordinační náročnost přestává bavit. Tímto způsobem se seznámilo se slackline mnoho lidí. Slackline se také začala objevovat i v různých zdravotnických studiích, kde zkoumali, jaký má vliv na různé svalové partie. Dalším důvodem je dostupnost a jednoduchost provozování tohoto sportu. Základní slackline set, s potřebným vybavením k natažení, se dnes dá pořídit za 1 500 Kč. Slackline je schopen si natáhnout i jednotlivec, přestože to je sociální sport, stačí jen najít nějaké dva kotvící body, napnout a trénovat.

### 3.1.2 Slackline jako prostředek ke zdravotní kompenzaci

Tento sport je velmi náročný na koordinaci a dynamickou rovnováhu. Slackline na které stojíme, je kvůli svým dynamickým vlastnostem neustále v pohybu. Z vlastní zkušenosti jsem zjistila, že proto, abychom zmírnili rozkmitání v horizontální ose musíme zpevnit kotník, kyčelní abduktory a adduktory, podstatné je také zpevnit trup a snažit se neohýbat v pase. Naopak pro zmírnění rozkmitání vertikální musí být přiměřeně zpevněny flexory a extenzory kyčle, v kolenou jsme v mírném pokrčení a snažíme se kolena zpevnit. Rychlou flexí či extenzí v kolenou slackline opět rozhoupáme. Paže jsou v upažení mírně pokrčené vzhůru, působí jako kormidla. Pokud je slackline dlouhá, je velmi náročné udržet paže ve vzpažení.

Je patrné, že právě díky dynamičnosti slackline se při tomto sportu zapojují prakticky všechny svalové skupiny těla. Proto se začíná využívat i jako doplňkový sport k vrcholovým sportům. Například o Ingemar Stenmarkovi, který je olympijským vítězem a 86násobným vítězem světového poháru ve slalomu a obřím slalomu, je známo, že svou rovnováhu získal právě díky provazochodectví (Rom, 2009).

Vzhledem k vysokému nároku na zpevnění dolních končetin, se začalo zvažovat, zda by se slackline dala použít v rehabilitaci jako prostředek jejich posílení a zpevnění. V diplomové práci L. Šimková prokázala, že chození po slackline zlepšuje dorzální a plantární flexi (Šimková, 2012). Pfusterschmied, Stöggel, Buchecker, Lindinger, Wagner a Müller prováděli výzkum vlivu slackline na stabilizaci kolene. Prokázalo se posílení a funkční stabilizace kolene (Pfusterschmied, a další, 2013). Podobně prováděli výzkum i Gabel, Osborne, Burkett, Müller a Taube, ale ti sledovali zvýšení svalové síly m. quadriceps femoris při poranění kolene. Porovnávali 4 různé rehabilitace s tréninkem na slackline a došli k závěru, že tréninkem na slackline se svalová síla m. quadriceps femoris zvýšila více než u ostatních rehabilitací (Gabel, Osborne, Burkett, Müller, & Taube, 2015). Proto se slackline začíná doporučovat lidem, kteří mají obtíže s koleny.

Naopak ve studii Pfusterschmied, Buchecker, Keller, Wagner, Taube a Müller přišli na to, že tréninkem na slackline se zmenšují rozsahy kyčelního kloubu. Proto je velmi důležité doplnit do tréninku kompenzační cvičení zaměřené na protažení kyčelního kloubu (Pfusterschmied, Buchecker, Keller, & Wagner, 2013). Problém spatřuje také Čumpelík (Čumpelík, 2015) v tom, že se svaly posilují v průběhu stresu, tedy napnutí, bez opěrného

bodů. Proto je důležité zařadit do cvičení kompenzační cviky. Pak by mělo být vše v pořádku. To úzce souvisí s rovnováhou a jejími mechanismy.

### 3.1.3 Slackline a rovnováha

S chůzí na slackline úzce souvisí i rovnováha. Svalovou rovnováhou rozumíme „*schopnost udržet polohu těla v pohybech a ve stojích*“ (Jarkovská, 2007). Člověk je během chůze, sedu, běhu vždy labilní, protože těžiště je ve všech případech výše, než je oporová plocha. (Čermák, Chválová, & Boltíková, 1988) Martina Brožková a Klára Komárová se zabývaly ve svých pracích vztahem posturální stability a slackline a potvrdilo se zlepšení díky aktivnímu tréninku na slackline (Brožková, 2015; Komárová, 2013).

Zlepšování svalové rovnováhy docílujeme pomocí balančních (rovnovážných) cvičení, mezi které můžeme zařadit i slackline. Tato cvičení vychází z fyzikálního zákona, který říká, že čím je základna menší, tím se stabilita rovnovážného postavení zhoršuje. Základní slackline je 2,5 cm široká, zatímco průměrná šířka chodidla u žen je přibližně 9 cm a u mužů přibližně 10 cm, což je výrazně větší než šířka slackline (Michalíková, 2016; Hrabica, 2015).

Na udržení rovnováhy těla se podílejí propriorecepce, sluch, zrak, nervosvalová koordinace, tedy nervová soustava, a svalová vyváženost jedince. Při balančních cvičeních má na člověka vliv mnoho vnějších sil, které se různě mění, proto se mění i napětí ve svaích (Hronzová, 2011). Svaly nepracují každý zvlášť, ale ve svalových řetězcích. Zatnutím jednoho svalu zatneme i jiné svaly a zároveň s tím se i jiné svaly uvolní (Oravcová, 2016).

Rovnováhu dělíme na statickou a dynamickou (Čelíkovský, Měkota, Kasa, & Belej, Prešov). Pro chůzi na slackline je podstatná hlavně dynamická rovnováha. Rozvíjené prostřednictvím tréninku jsou obě, ovšem dynamické více než statická. Jurman ve své práci (Jurman, 2015) uvádí, že v jeho experimentu se 10 z 10 probandů výrazně zlepšilo v testech na dynamickou rovnováhu. Zatímco v testech na statickou rovnováhu se zlepšilo pouze 9 z 10 probandů a v průměru méně než v testech na dynamickou rovnováhu.

## Statická rovnováha

Statickou rovnováhu můžeme definovat „jako předpoklad udržet lidské tělo ve vratké poloze bez lokomoce (se zrakovou kontrolou nebo s jejím vyloučením) s minimální odchylkou od předepsané polohy těla“ (Čelikovský, Měkota, Kasa, & Belej, Prešov). Balanční cvičení na statickou rovnováhu jsou statická vzhledem k poloze těla, tedy stoj, dřep, nějaká neměnná poloha, ale dynamická vzhledem k svalové práci danou polohu udržet (Hronzová, 2011). Cvičení můžeme také ztížit vyřazením například zraku či omezením pohybu dané části těla (Čelikovský, Měkota, Kasa, & Belej, Prešov). K udržení statické rovnováhy využíváme dva základní mechanismy – kotníkový a kyčelní mechanismus.

Kotníkový mechanismus, jak už název napovídá, slouží k vyrovnání rovnováhy pomocí kotníku (Spirduso, Francis, & MacRae, 2005). Tento mechanismus využíváme v jakékoliv pozici, kdy se nohy dotýkají podlahy. Síla, kterou kotník může vynaložit je poměrně malá, proto se využívá při vyrovnání menších výchylek těžiště těla. U kotníku se jedná o plantární a dorzální flexi dále supinaci a pronaci, díky čemuž, je do jisté míry kotníkový mechanismus tak užitečný. Při dorzální a plantární flexi jsme schopni vyvinout značně větší sílu než u supinace a pronace. Proto jsme vzhledem ke vlivům v sagitální rovině stabilnější než ve frontální rovině.

Kyčelní mechanismus, podobně jako u kotníkového mechanismu, k vyrovnání využívá velké svaly pletence dolní končetiny. Využívá se v případech, kdy na vyrovnání nestačí kotníkový mechanismus, tedy pokud tělo vykonává pohyb s větším rozsahem či příliš rychle. Dále se také využívá i horní části těla, kdy pohyb spodní části, tedy končetiny a hýždě, se pohybují v opačném směru než horní část těla, trup, hlava a paže (Spirduso, Francis, & MacRae, 2005).

Oba tyto mechanismy jsou automatické (Spirduso, Francis, & MacRae, 2005). Ve slackline do jisté míry využíváme z tohoto pohledu oba mechanismy v podobné souhře. Pokud kotníkový mechanismus nestačí, zapojíme kyčelní mechanismus. Častou chybou při zapojení kyčelního mechanismu ve slackline je povolení vzpřimovačů trupu, čímž se začne cvičenec ohýbat, tím se těžiště ještě více vychýlí a udržet tak rovnováhu je mnohem náročnější.

## **Dynamická rovnováha**

Dynamickou rovnováhu můžeme definovat jako „*schopnost zachovávat požadovanou pozici při plynulých změnách polohy těla a místních přesunech*“ (Měkota & Blahuš, 1983). Další definice je za pomoci těžiště, dynamická rovnováha je schopnost „*vyrovnávat pohyb těžiště při pohybu*.“ V dynamické rovnováze hraje podstatnější roli vnější prostředí, jako například terén, orientace v prostoru apod. Do cvičení na zlepšení dynamické rovnováhy tedy řadíme běh, cvičení na boso, a tedy i slackline (Hronzová, 2011). Podobně jako u statické rovnováhy i zde existuje krokový mechanismus.

Krokového mechanismu využíváme, když kotníkový a kyčelní mechanismus nepomohly k nalezení rovnováhy. Proto tento mechanismus využíváme i při malém vychýlení, kde by mechanismy ze statické rovnováhy šlo vyrovnat. Je to pro nás přirozenější. Tedy můžeme říct, že pokud selžou mechanismy statické rovnováhy, aktivují se mechanismy dynamické rovnováhy (Spirduso, Francis, & MacRae, 2005).

Tím, že se slackline řadí mezi balanční cvičení, trénink na ni bude přímo rozvíjet dynamickou rovnováhu, přesto některé školy učící na slackline nejprve cvičí statickou rovnováhu (Dom, 2017).

### **3.1.4 Metody učení na slackline**

Nejprve se musíme naučit natahovat slackline. Nejvhodnější je nejprve nechat si natáhnout slackline od profesionála, případně vyhledat návod, řádně si jej přečíst a držet se pokyny návodu. Pro učení je nejlepší napnout slackline délky od 5 do 8 metrů, nad trávou nebo pískem, kvůli bezpečnosti ve výšce kolem 0,5 m. zásadou je nenapínat slackline v blízkosti ostrých předmětů, pařezů a podobně.

Před zahájením jakékoliv činnosti je vhodné naučit se padat, protože to je přirozené a padá se velmi často. S chůzí na slackline úzce souvisí psychický stav jedince, tedy to, jak se dokážeme soustředit na cíl a v jakém psychickém rozpoložení se nacházíme. Zároveň se i učíme soustředit na jeden konkrétní cíl, protože zpočátku i malé rozptýlení způsobí pád. S většími zkušenostmi získáváme i větší jistotu a můžeme si dovolit i drobné rozptýlení.

Existují dvě základní metody, přičemž jednu můžeme rozdělit na dvě školy. Studie ukázaly, že účinnost těchto škol je stejná (Dom, 2017; Thomann, 2013).

## **První metoda**

První metoda spočívá v používání podpůrných pomůcek. Nejjednodušší oporou je ruka. Dále je možné natáhnout nad slackline druhé lano, kterého se může začátečník chytit, stejnou úlohu splní i pomocná tyč atd. Další z možností je například natáhnout slackline mezi bradly. Začátečník tak má omezené pole, ve kterém se musí pohybovat a v případě pádu se může bradel zachytit. Jakmile přestává potřebovat podpůrnou pomůcku, odstraníme ji. Tato metoda není v české republice moc populární (Thomann, 2013).

## **Druhá metoda**

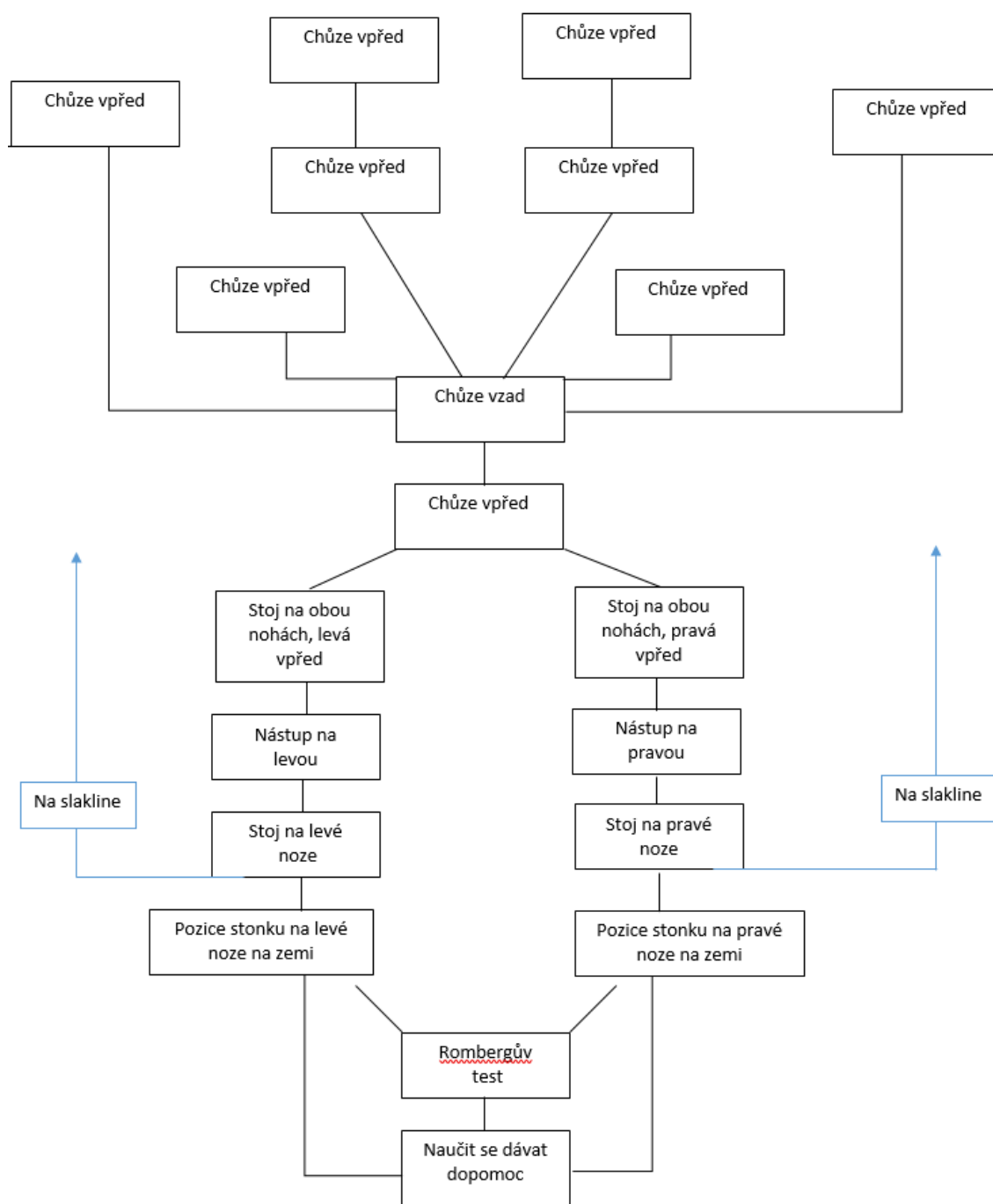
Druhá metoda se dá rozdělit na dvě školy. Oproti první metodě se jedná o postup učení bez pomůcek.

První škola je u nás méně rozšířená. Jako první se učí dávat dopomoc. Při dopomoci stojíme kolmo k začátečníkovi, levou ruku máme ve výši boků, slouží zde jako možná dopomoc. Pravou ruku máme za zády začátečníka, tím kontrolujeme jeho pád.

Dále se provádí Rombergův test, který vyšetřuje, zda je v pořádku vestibulární aparát (Dom, 2017). Test se skládá ze tří částí. Nejprve se postavíme rovně se zavřenýma očima, kde se hodnotí způsob postavení. V druhé části se postavíme do stoje spojného, kde se projeví případné potíže se stabilitou. V třetí fázi se postavíme do stejného postavení jako v druhé fázi, ale navíc zavřeme oči. Výrazné zhoršení mezi druhou a třetí fází je typická pro postižení labyrintu (Kukucz, 2015). V úspěšném testu je rozdíl průběhu druhé a třetí fáze nulový.

Následuje postupné učení různých prvků, nejdříve na dominantní noze a následně na druhé. Zajímavý je hned první prvek, kde se učí stát na zemi v pozici stonku. V pozici stonku stojíme na jedné noze, druhou unožíme skrčmo, opřeme chodidlo o koleno stojné nohy, paže upažíme vzhůru, do svícnu. Tedy nejprve se cvičí statická rovnováha.

Dále prvky pokračují na slackline, přechází se tedy k cílenému cvičení dynamické rovnováhy. Nejprve stoj na jedné noze, dále nástup na jedné noze, až ke stoju na obou nohách. Všechny tyto prvky musí začátečník perfektně zvládnout, než se začne pokoušet chodit. Pro kontrolu se doporučuje vyzkoušet, zda zvládne prvky s kelímkem, naplněným vodou na hlavě. Po zvládnutí prvků a chůze se cvičí další prvky viz. Schéma (Dom, 2017).



*Obrázek 1 Diagram výuky na slackline dle první školy (Dom, 2017)*

Pro toto učení je vhodné vědět, kde je stoj na slackline nejjednodušší. Těmto místům se říká „sweet spot.“ Na slackline dlouhé 5 m nalezneme toto místo přibližně 1 metr od kotvícího bodu. U slackline dlouhé 10 m přibližně ve 2 m od kotvícího bodu (Miller & Friesinger, 2008).



Ve druhé škole se začátečník učí hned chodit. Ze začátku je možné mu pomoci při nástupu rukou, protože nástup je pro začátečníka velmi obtížný. Tato škola je v České republice nejrozšířenější.

## **3.2 Hluboký stabilizační systém páteře (dále jen HSSP)**

### **3.2.1 Co je HSSP**

Zda má trénink na slackline vliv na HSSP, můžeme odhadnout, pokud budeme chápat jeho funkci a z čeho se skládá. K tomu je vhodné vysvětlit základní principy držení těla. Základní pojem je postura, což je aktivní držení těla vůči působení zevních sil. Mezi nejvýznamnější zevní síly řadíme sílu tíhovou, dále pak rotační a střizné síly. Magnus (Magnus, 1924) říká: „Postura doprovází náš pohyb jako stín.“ Na vzpřímeném stojí se podílí kosterní a svalový aparát (Hronzová, 2011; Bílková, 2011).

Kosterní aparát můžeme rozdělit na axiální (osovou) část, do které patří páteř, lebka a pánev, a apendikulární (přivěšené) části, což jsou klouby a kosti končetin. HSSP je soubor svalů, které drží axiální část ve vzpřímené poloze. To zabezpečují i během jakéhokoliv pohybu. Další funkcí HSSP je udržení správného postavení pánve a hlavy vůči páteři a postavení axiální části vůči apendikulárním částem. Nastavuje optimální tlak mezi hlavou a prvními obratli, také mezi obratli celé páteře a v sakroiliakálním skloubení. Zajišťuje správné skloubení hrudních obratlů s žebry (Bílková, 2011; Hronzová, 2011).

Svaly HSSP se automaticky zapojí při jakémkoliv statickém zatížení a předcházejí jakémukoliv pohybu. Například pokud budeme chtít provést flexi kyčelního kloubu, nejprve se stabilizujeme a až následně zvedneme končetinu. Stabilizace je automatická, probíhá nezávisle na naší vůli. Můžeme říct, že pohyb končetin neexistuje bez předchozí aktivace HSSP (Kolář & Lewit, 2005; Kučera, Kolář, Dylevský, & al., 2011). Funguje to podobně jako u polykání a jazyku. Proto abychom mohli polknout, musíme nejprve stabilizovat jazyk (Oravcová, 2016). Dokonce jen představa pohybu aktivuje HSSP, a tak nás připravuje na pohyb.

Do svalového aparátu se řadí veškeré kosterní svalstvo člověka. Svaly můžeme rozdělit do dvou základních skupin. Dělení je pomocí převahy červených (tonických) nebo bílých (fyzických) svalových vláken ve svalu. Kosterní svaly tedy dělíme na tonické nebo fázické. Tonické svaly, nazývané také jako posturální, zajišťují především držení těla. Díky jejich oxidativnímu metabolismu se pomaleji unaví. Svaly HSSP lze zařadit do posturálních svalů.

Naopak fázické svaly vykonávají rychlé pohyby s vysokou intenzitou, ale rychleji se unaví (Hronzová, 2011).

Vliv gravitace si neuvědomujeme, přesto můžeme říct, že nás v podstatě formuje. To, že stojíme, sedíme, provádíme jakýkoliv pohyb zajišťuje neustálá aktivita posturálních svalů. Tuto aktivitu, podobně jako aktivitu HSSP, si neuvědomujeme. Pokud jsou tedy posturální svaly v dysbalanci, neuvědomujeme si to do té doby, než se to projeví formou bolesti (Oravcová, 2016).

Statistiky říkají, že nejčastější návštěvy lékařů jsou z důvodů bolesti zad. Problematiku bolesti zad řeší přibližně 70 % dospělých. Příčin je celá řada, ale nejčastější je nefunkčnost HSSP (Kolář & Lewit, 2005). Pokud nefunguje správně jediný sval HSSP, dostáváme se k disfunkci celého systému. Za každý nefunkční sval musí jeho úlohu převzít jiný sval. Ten ovšem k této činnosti není určen a ve většině případů není schopen pracovat ve stejném rozsahu jako původní sval. V důsledku vzniká tak svalové napětí, bolest a blokády. K tomuto problému dochází například pokud začnou úlohu posturálních svalů přebírat fázické svaly, tím posturální svaly začnou ochabovat. Stává se to v důsledku přeměněného osvalení fázických svalů. Druhou nejčastější příčinou je jednostranná zátěž. Dále to je přemíra psychického stresu, špatný motorický vývoj atd. (Tichý, 2005; Hronzová, 2011; Kučera, Kolář, Dylevský, & al., 2011).

### **3.2.2 Svalstvo HSSP**

K tomu, abychom mohli pochopit, jak funguje HSSP, musíme vědět, které svaly ho tvoří. Patří do něj bránice (diaphragma), flexory a hluboké extenzory krku, hluboký svalový systém páteře, konkrétně musculus multifidi, svalstvo pánevního dna (diaphragma pelvis), břišní muskulatura (Kolář & Lewit, 2005; Kolář, Rehabilitace v klinické praxi., 2009; Bílková, 2011).

Důležité je si uvědomit, že svaly se vždy zapojují v řetězcích, nikoliv samostatně. Pokud se zapojí jeden řetězec, dochází automaticky k uvolnění či aktivaci jiného (Oravcová, 2016).

## **Bránice**

Bránice je plochý kulovitý sval, který rozděluje dutinu břišní od dutiny hrudní. (Dylevský, Druga, & Mrázková, 2000). Je přikryta z obou stran fasciemi, kde vrchní fascie (diaphragmatica superior) částečně vystýlá hrudní dutinu. Zároveň na ni naléhají plíce. Spodní fascie (diaphragmatica interior) naopak částečně vystýlá dutinu břišní. Jsou do ní ze spodu vsunuty břišní orgány. V pravé části jsou uložena játra, v levé žaludek a slezina. V zadní části horní část ledvin a nadledvin. Bránici můžeme rozdělit na tři části, pravou, levou a střední. Pravá část zasahuje do oblasti čtvrtého mezižebří. Levá část zasahuje do oblasti pátého mezižebří. Každá z těchto částí je inervovaná samostatně, přesto pracují synchronně. Na úrovni mečovitého výběžku kosti hrudní (procesus xiphoideus) srůstají a tvoří tak šlachovitý střed ve tvaru trojúhelníku. Tomuto místu se také jinak říká centrum tendineum. V tomto místě naléhá na bránici z hrudní dutiny brániční plocha srdce (Čihák, 2011).

Bránice zajišťuje stabilizační funkci, jako součást HSSP. Dále je hlavním inspiračním svalem dýchání. Zajišťuje přibližně 60 % z celkového objemu vdechnutého vzduchu. A podílí se na břišním lisu (Dylevský, Druga, & Mrázková, 2000).

## **Svaly pánevního dna**

Svaly pánevního dna tvoří spodinu pánevní a tím brání propadu orgánů v dutině břišní (Hanzlová & Hemza, 2004). Největší nároky jsou kladeny u žen v období těhotenství. Dno pánevní můžeme dělit na dva systémy diaphragma pelvis a diaphragma urogenitale.

Diaphragma pelvis se skládá ze zdvihače konečníku (musculus levator ani) a kostrční sval (musculus coccygeus) (Holaňová, Krhut, & Muraňová, 2007; Hanzlová & Hemza, 2004). Zdvihač konečníku začíná na horním raménku stydké kosti a na zevním povrchu stydké spony a upíná se na kosti křížové. Za stydkou sponou je ovšem neúplný, protože skrz něj prostupuje močová trubice a u žen také pochva. Díky tomu má významný vliv na kontinenci a správnou polohu dělohy u žen. Kostrční sval se dotýká laterálně musculus levator ani a tvoří zadní část pánevního dna (Čihák, 2011; Dylevský, Základy funkční anatomie., 2011).

Diaphragma urogenitale jsou svaly uložené kaudálně od musculus levator ani, který jej ohraničuje. Je tvořen z musculus transversus perinei profundus, musculus transversus

perinei superficialis, musculus ischiocavernosus, musculus bulbospongiosus (Holaňová, Krhut, & Muraňová, 2007).

Jsou to malé svaly, které se účastní na pohybu trupu a dolních končetin. Důležité jsou samozřejmě pro posturální funkci, ale také pro tvorbu nitrobřišního tlaku. Pokud dochází k disfunkci těchto svalů, nelze dostatečně řídit nitrobřišní tlak a tím ani správně narovnat trup (Hanzlová & Hemza, 2004; Vařeka & Dvořák, 2001). Dále také přispívá k dýchání díky spolupráci s bránicí, kde proti sobě působí, jako dva písty. Svým působením konfiguruje pánevní kosti (Véle, 2006). Právě proto L. Mojžíšová zaměřila své kompenzační cvičení na dno pánevní, aby narovнала pánev do správného postavení. Musculus bulbospongiosus tvoří u žen svěrač poševního vchodu (Holaňová, Krhut, & Muraňová, 2007).

### **Svaly břišní**

Svaly břicha můžeme rozdělit na ventrální, dorzální a laterální. Do ventrální skupiny řadíme přímý sval břišní (musculus rectus abdominis). Do laterální skupiny řadíme zevní a vnitřní šikmé svaly břišní (musculus obliquus externus et internus abdominis) a příčný sval břišní. Do dorzální skupiny řadíme bederní čtvercový sval (musculus quadratus lumborum) a boční bederní mezipříčné svaly (musculus intertransversarii lateralis lumborum et musculus intertransversarii mediales lumborum) (Hanzlová & Hemza, 2004).

Svaly břicha při stabilizaci fungují jako dolní fixátory hrudníku, zabraňují jeho kraniálnímu pohybu. Také podporují vzpřímené postavení pánve, tak zabraňují nadměrnému prohnutí bederní páteře. Spolu s bránicí a pánevním dnem vytváří nitrobřišní tlak, který pokud je vyvážený, pak napomáhá dobrému trávení a působí povzbudivě na funkci břišních orgánů (Mahéšvaránanda, 2003; Kolář, Vertebrogní obtíže a stabilizační funkce páteře–terapie, 2007). Problém nastává, pokud břišní svaly začnou pracovat dříve než bránice. Ta se pak začne oplošťovat a přestane plnit svou stabilizační funkci a přestane správně fungovat břišní lis. Dále plní pouze jen funkci inspiračního svalu (Kolář, 2006). Řadíme je také jako pomocné výdechové svaly (Hronzová, 2011).

Kolář (Kolář & Lewit, 2005) řadí do HSSP celou břišní muskulaturu. Podstatný je příčný sval břišní (musculus transversus abdominis) kvůli své souhře se svaly zad, konkrétně musculus multifidi, a hlubokým fasciálním systémem v oblasti bederní a křížové páteře.

Tato souhra je podstatná pro správné fungování HSSP (Kolář, 2007). Pokud se nezapojí do stabilizace, nemůže se dostatečně aktivovat ani bránice. Ta pak plní pouze dechovou funkci. Do dýchání se pak zapojují i jiné svaly. Přetěžován je i musculus multifidi a další svaly (paravertebrální) podél páteře (Rychnovský & Pivec, 2009). Dále také přitlačuje břišní orgány do dutiny břišní (Čihák, 2011).

### **Zádové svaly**

Svaly zad dělíme na čtyři vrstvy. Nás zajímá pouze nejhlubší vrstva, která má za úkol vzpřimovat trup a hlavu, rotovat trupem. Tuto vrstvu dělí na 3 podsystemy. Jsou to spinotransversální, spinospinální a transverzospinální systém (Hanzlová & Hemza, 2004).

Do HSSP řadíme pouze musculus multifidi, které jsou součástí transverzospinálního systému (Kolář & Lewit, 2005; Čihák, 2011). Jsou uloženy v jeho nejhlubší vrstvě, pod nimi jsou již jen rotátory. Vyplňují prostor mezi příčnými a trnovitými výběžky obratlů. Jsou po celé délce páteře, přičemž se upínají o dva, tři nebo čtyři obratle níže, než začínají. Nejvýraznější jsou v bederní oblasti.

Jejich nejdůležitější prací je snížení a rozkládání tlaku působícího na meziobratlové ploténky. Aktivují se před jakýmkoliv pohybem a tím chrání celou páteř (Sinělnikov, 1982) (Snášel, 2012; Véle, 2006). Vnitřní vrstvy svalu se při stabilizaci aktivují, stáhnou se a tím stabilizují páteř, jako první mají za úkol kontrolu pohybu jednotlivých částí páteře. Vnější vrstvy svalu se zapojují při větším silovém nároku a napomáhají orientaci páteře v prostoru. Důležitá je především jejich souhra s příčným břišním svalem. Poskytují společně oporu především spodním zadům při ohýbání, narovnávání, zvedání a pohybu kyčlí. Lidé s chronickými bolestmi zad mají nízkou aktivitu těchto malých svalů oproti lidem bez bolesti zad (Snášel, 2012; Kolář, 2002).

### **Svaly krku**

Svaly krku dělíme do 5 vrstev. Svaly HSSP jsou opět uloženy v nejhlubší vrstvě. Můžeme je dělit dle pohybu, který vykonávají, na flexory a extenzory.

Mezi hluboké flexory krku řadíme musculus longus capitis a musculus longus colli. M. longus capitis předklání hlavu. Překrývá horní polovinu m. longus colli. M. longus colli

pokrývá celou část ventrální strany páteře. Při jeho oboustranné aktivaci předklání krční páteř, při jednostranné aktivaci uklání krční páteř (Čihák, 2011).

Mezi hluboké extenzory krku řadíme musculus rectus capitis posterior major et minor, musculus obliquus capitis superior et inferior. Tyto svaly se rozprostírají mezi úrovně prvních dvou krčních obratlů a hlubokými částmi kosti týlové. Podílí se na balančních pohybech hlavy a pohybu prvních dvou krčních obratlů, tedy při zaklánění, uklánění, rotaci atlasu (Čihák, 2011).

### **3.2.3 Vznik HSSP v průběhu prvních 6 měsíců ontogeneze dítěte**

K pochopení HSSP je dobré znát, jak vůbec vznikl. Zapojení svalů v průběhu vývoje je automatické v závislosti na orientaci a emoční potřebě dítěte (Kolář, 2002). Právě vývoj správného držení těla je hlavním předmětem posturální ontogeneze (Honová, 2012). Klíčové období vývoje HSSP je v 6 týdnech, 3,5 měsíce a 6. měsíc (Kolář, 2002).

Špatně fungující HSSP Kolář léčí prostřednictvím pozic, které vedly k správné aktivaci a souhře v ontogenezi. Vychází z toho, že vývoj je centrálně určen a může se tak reflexně vybavit. Říká tomu matrice, což je určitý program, podle kterého se dítě začne postupně hýbat a zapojovat různé svaly. Tento program je uložen v mozku. Dále uvádí, že aktivace HSSP je dokončena obdobím 6. měsíce života (Kolář, 2002).

V 6. týdne se začíná zapojovat synchronická aktivace antagonistů a začínají se zapojovat fázické svaly. Jejich souhra je předpokladem pro správné fungování rovnovážného systému. Díky zlepšení optiky začíná dítě v poloze na břiše zvedat hlavičku mimo oporu, tak se aktivují flexory a extenzory krku. Horní končetiny začínají plnit opěrnou funkci v sagitální rovině, aby se mohl hrudník v poloze na břiše oddělit od podložky. Dále se posouvá těžiště těla kaudálním směrem k symfýze. V poloze na zádech je dítě schopné určitou dobu udržet dolní končetiny nad úrovní podložky (Kolář, 2002; Kolář, 2009).

V 3,5 měsíci se začíná objevovat napřímení axiální části a začínají se aktivovat její flexory. Nastavují se nejvhodnější nastavení kloubů do polohy, která umožňuje nejvýhodnější postavení k unesení statického zatížení. To znamená, že vývoj dítěte proběhl od prvního stabilizování axiální části přes vývoj flexorů a extenzorů hlavičky a posléze trupu až

k celkové souhře mezi všemi svaly. Nastává rovnováha mezi antagonisty. Začíná koordinace mezi rukama, očima a ústy. Dále již dítě může pohybovat končetinami bez potíží (Kolář, 2002; Dvořák, R., & Vařenka, 1999; Maňasková, 2011; Kolář & Lewit, 2005).

Na konci 6. měsíce je dokončené otáčení ze zad na břicho a naopak. Jeden řetězec rotuje pánví v jednom směru a druhý naopak rotuje horní polovinu těla na opačnou stranu ke vzpřímení na rameni. Zde už jsou zaktivovány všechny souhry mezi svaly HSSP (Kolář, 2002).

Podstatnou součástí fyziologického vývoje je vývoj centrální nervové soustavy (dále jen CNS). Vývoj těchto dvou soustav jde společně, ovšem pokud není zdravý vývoj CNS, pak dochází k poruchám i v posturálním vývoji (Kolář, 2009). Na řízení motoriky se podílejí v podstatě všechny oddíly CNS. Aby se mohlo dítě hýbat musí být dozrálý reflexní svalový tonus, který řídí statokinetické čidlo, retikulární formace a mozeček. Toto řízení si neuvědomujeme. Vědomý pohyb řídí až mozková kůra, bazální ganglia a korový mozeček (Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 1996).

### **3.2.4 Vztah HSSP s CNS**

Z ontogeneze dítěte víme, že CNS je velmi úzce spjata se správným zapojením svalového aparátu. Proto je podstatné vědět, co způsobuje zapojení HSSP a na čem závisí. Abychom využili nabyté znalosti o CNS, je potřeba vědět, jakým způsobem jej CNS řídí. Podstatné je, že na řízení člověka se podílí všechny oddíly CNS, které mezi sebou neustále komunikují. Přesto je můžeme zjednodušeně dělit do kategorií, které odpovídají pohybovému projevu. Na opěrné motorice se podílejí především retikulární formace, statokinetické čidlo a mozeček, tedy vestibulární a spinální mozeček (Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 1996).

#### **Retikulární formace**

Retikulární formace je uložena v celé délce mozkového kmene. Podstatné je, že ovlivňuje kosterní svalstvo pomocí jader ve Varolově mostu a prodloužené míše. Dále také napomáhá řízení svalového tonusu. K řízení využívá informací z receptorů šijových svalů, vestibulárních jader mozečku, bazálních ganglií a mozkové kůry. Dále zpracovává informace z proprioreceptorů, exteroceptorů a statokinetické čidla (Dylevský, 2009;



Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 1996). Všechny informace pak posílá do vyšších center. Sama zajišťuje pohybovou koordinaci, což je velmi podstatné pro HSSP a důležité životní funkce (Jelínek J., 2007).

### **Statokinetické čidlo neboli vestibulární systém**

Statické čidlo je uloženo v blanitém labyrintu ve vnitřním uchu. Tento labyrint je vyplněn perilymfou. Čidla určující rovnováhu jsou jemné vlásky, které vystupují z váčků, které jsou po obvodu labyrintu. Mezi těmito vlásky jsou krystalky vápenatých solí. Krystalky se při pohybu přeskupují a tím dráždí vlásky. Kinetické čidlo se nachází v třech polokruhovitých kanálcích vnitřního ucha. Tyto kanálky jsou také vyplněné perilymfou, a podobně jako u statického čidla, jsou po obvodu kanálků uloženy ampule s vlásky, které zaznamenávají pohyb perilymfy (Jelínek J., 2007).

### **Mozeček**

Mozeček je uložen v zadní lebeční jámě. Dostává informace z různých receptorů a informace motorických povelů. Díky těmto informacím je schopný zjistit odchylky od ideálních hodnot a následně upravit povely tak, aby byly hodnoty opět optimální. Dělíme ho na tři části: korový, vestibulární a spinální, přičemž pro opěrnou motoriku jsou podstatné jen poslední dvě. Vestibulární mozeček zpracovává informace z rovnovážného ústrojí. Jejich prostřednictvím udržuje vzpřímenou polohu těla a tělesnou rovnováhu. Spinální mozeček zpracovává informace přicházející z proprioreceptorů, exteroceptorů a zrakového a sluchového aparátu. Prostřednictvím toho reguluje tonus (Dylevský, 2009; Mysliveček, 2009).

### 3.3 Vztah HSSP a slackline

Slackline je velmi náročná na koordinaci. U dětí přímo rozvíjí dynamickou rovnováhu. Dále také do jisté míry i statickou rovnováhu, ale ne u všech. Na to přišel ve své studii Marek Jurman (Jurman, 2015), kde se zabýval vlivem osmitýdenního tréninku na slackline na dynamickou a statickou rovnováhu. Testoval 10 dětí ve věku od 5-10 let. Testy na statickou rovnováhu se skládaly z Rombergova, Jarockého a Čapího testu, dále ze stoje na jedné noze po otáčení, stoje na kladince jednonož a výdrži ve stoji jednonož na zemi se zavřenýma očima.

Testy na dynamickou rovnováhu se skládaly z chůze na válci, chůze po slepu, rovnováhy na lavičce, přechodu kladiny vzad – ve tvaru šestihranu o průměru 1 m a testu na dynamickou rovnováhu, který probíhal následujícím způsobem. Proband se postavil do stoje na jedné noze, dal ruce v bok a začal poskakovat vzad, dokud neztratil rovnováhu. Zjistil, že po osmitýdenním tréninku se výrazně zlepšil dynamická rovnováha. Došlo ke zlepšení u 10 z 10 probandů. Zlepšení bylo pozorováno také u statické rovnováhy, ale ne tak velké. Ke zlepšení došlo u 9 z 10 probandů.

Lukáš Krčál (Krčál, 2012) zkoumal také vliv slackline na rovnováhu. K testování využil přístroj Gym Top USB Profesional a došel ke stejnému závěru jako předchozí autoři. Tedy provozováním slackline můžeme přímo zlepšovat rovnovážné schopnosti.

HSSP se automaticky zapojuje do jakéhokoli pohybu. Proto se projevuje v dynamické rovnováze. Také je aktivován při jakémkoli statickém zatížení například v stoji, sedu atd. Tedy projevuje se i v statické rovnováze (Kolář & Lewit, 2005).

Martina Brožková (Brožková, 2015) a Klára Komárová (Komárová, 2013) studovaly vliv tréninku na slackline na posturální stabilitu. Obě do experimentu zařadily měsíční trénink na slackline se skupinou ve věkovém rozmezí 21-26 let. Výsledek byl shodný, zaznamenaly zlepšení posturální stability.

Posturální stabilita je schopnost udržení těla ve vzpřímeném postavení a schopnost zabránit nekontrolovanému pádu vlivem vnějších a vnitřních sil (Vařeka & Dvořák, 2001). HSSP je podmnožinou posturální stability, protože právě on zajišťuje ideální postavení axiální části vůči apendikulárním.

Trénink na slackline zlepšuje jak posturální stabilitu, tak rovnováhu (dle více uvedených studií), můžeme tedy předpokládat zlepšení HSSP po tréninku na slackline. Další argument podporující tento předpoklad je, že jednou z možností posílení HSSP jsou balanční cvičení a mezi ně řadíme i slackline (Hronzová, 2011).

Neexistují standardizované testy na funkci HSSP, přesto se jeho funkčnost testuje prostřednictvím odborného posouzení jeho částí v průběhu specifických pohybů (Kolář & Lewit, 2005).

Je to například brániční test, jehož výchozí polohou je sed, kde dbáme na napřímená záda, a hrudník je ve výdechovém postavení. V této pozici vyvineme malý tlak na břišní muskulaturu laterálně pod dolními žebry. Pacient má za úkol zabrat proti našemu tlaku. Tak pozorujeme souhru dna pánevního, bránice a břišního lisu. Pozorujeme schopnost aktivace těchto svalů, jeho symetrii a případnou asymetrii (Kolář & Lewit, 2005).

V extenčním testu pacient leží na břiše, poloha paží je libovolná. Pacient zvedne hlavu nad podložku do mírné extenze páteře. Sledujeme koordinaci mezi zádovými svaly se skupinou laterálních břišních svalů. Zapojení obou skupin by mělo být vyrovnané.

Většina těchto testů zjišťuje právě zpevňovací funkci v daném pohybu především k axiální části těla, což je v podstatě hlavní funkce HSSP. Proto, abychom se vůbec udrželi na slackline, musíme mít celý trup zpevněný a díky mnoha vnějším silám, které vycházejí z vlastností slackline, musí se postupně aktivovat všechny složky HSSP.

## **4 Praktická část**

### **4.1 Cíl, dílčí cíle a úkoly práce**

Hlavním cílem práce je ověřit, zda trénink na slackline ovlivní výsledky modifikovaných testů na statickou rovnováhu a prostřednictvím toho i funkce HSSP.

#### **Dílčí cíle:**

Pokud se prokáže, že trénink na slackline ovlivňuje uvedené výsledky, a tím i funkci HSSP, je možno položit si otázku: Je tento vliv pozitivní či negativní?

Je možné prostřednictvím tréninku na slackline snížit levo-pravou dysbalanci těla, která se významně promítá i ve funkci HSSP (Kolář & Lewit, 2005).

#### **Úkoly práce:**

Naučit 2 ženy a 4 muže základům slackline, a to při tréninkové dotaci 1 hodina týdně po dobu 4 týdnů. Dotyční by měli na závěr přejít osm metrů dlouhou slackline a ovládat základní prvky na slackline. Zároveň s tím by měli umět sami si bezpečně slackline připravit k tréninku.

### **4.2 Hypotézy**

#### **Hypotézy:**

Předpokládám, že mezi zlepšením úrovně na slackline a výsledky testů na statickou rovnováhu, a tím i HSSP, naleznu závislost, a to na základě toho, že se chůze na slackline řadí mezi balanční cvičení, které posiluje HSSP (Kolář & Lewit, 2005).

Vzhledem k první hypotéze předpokládám, že závislost bude pozitivní. Vedou mne k tomu již existující studie, kde se potvrdil pozitivní vliv na posturální stabilitu (viz str. 25) a statickou i dynamickou rovnováhu a tím tedy i na funkci HSSP.

Ve třetí hypotéze předpokládám vyrovnaní svalové dysbalance pravé a levé části těla. Vycházím z koordinační náročnosti a ze způsobu učebních metod, konkrétně z druhé metody první školy (viz kapitola Metody učení na slackline).

### 4.3 Metody

K ověření hypotéz jsem zvolila úplný vícefaktorový přirozený verifikační experiment, který probíhal 4 týdny. Zvolila jsem si dvě skupiny. Jednu experimentální a druhou kontrolní. Experimentální skupinu jsem osobně trénovala na slackline po dobu čtyř týdnů o délce 60 minut jednou týdně.

Délku výzkumu jsem vybrala na základě článku o hlubokém stabilizačním systému od Koláře a Lewita (Kolář & Lewit, 2005), kde uvádějí, že terapie zaměřená na HSSP se projeví již kolem 3. týdne. Předpokládala jsem tedy, že 4 týdny k projevení případného vlivu bude stačit.

Obě skupiny jsem testovala modifikovanými testy na statickou rovnováhu a prostřednictvím nich na funkci HSSP. Experimentální skupinu navíc testy na zdatnost na slackline. Testování proběhlo dvakrát, první jako vstupní testy, a na konci experimentu jako výstupní testy. Vstupní i výstupní testy byly shodné. Testování obou skupin proběhlo vždy v jednom týdnu, aby časové rozestupy mezi testováním nebyly delší než jeden týden. Testování probíhalo vždy ve dvojicích zády k sobě a v tichosti, aby se probandi nemohli ovlivňovat navzájem. Vstupní testování probandů z experimentální skupiny proběhlo vždy před zahájením prvního tréninku. Naopak výstupní testování proběhlo půl hodiny po ukončení poslední hodiny, aby se probandi stihli zregenerovat.

Při testování jsme zohlednila i psychický stav probandů, který má velký vliv na výsledky balančních cviků (Hronzová, 2011). Probandi před testováním měli vybrat na škále od 1 do 4, jak dobře se cítí. Přičemž 1 bylo velmi dobře, 2 spíše dobře, 3 spíše špatně, 4 špatně.

Problémem byl se zvolením vhodného testu na HSSP, protože neexistují žádné standardizované testy. Jediné testy jsou formou přímého pozorování a odborného posouzení správného provedení pohybu z výchozí polohy do konečné polohy (viz strana 26). Tyto testy jsou vždy zaměřeny na souhru určitých částí HSSP, nikoliv celého HSSP. Jsou to například brániční test, který sleduje aktivaci bránice v souhře s aktivitou břišního lisu a pánevního dna, test břišního lisu, sledující zapojení břišních svalů a pohyb hrudníku, extenční test, kde sledujeme zapojení zádových a laterálních skupin břišních svalů (Kolář & Lewit, 2005).

Dále je možné do jisté míry testovat HSSP tím, že testujeme posturální stabilitu, protože víme, že HSSP se do ní zapojuje (Kučera, Kolář, Dylevský, & al., 2011). Zde ovšem vyvstává otázka, jak moc je úměrné zlepšení HSSP vůči zlepšení posturální stability.

Jelikož se HSSP podílí na jakémkoliv našem pohybu a zaštiťuje stabilizaci páteře a díky tomu i nastavuje ideální podmínky pro zatížení apendikulárních částí těla, začala jsem uvažovat i o jeho funkci v rovnováze (Kolář & Lewit, 2005). Testy na dynamickou rovnováhu jsem vyřadila, protože chůze po slackline přímo rozvíjí dynamickou rovnováhu. Proto by zlepšení výsledků mohlo být zavádějící (Čelíkovský, Měkota, Kasa, & Belej, Prešov).

Nakonec jsem vybrala testy na statickou rovnováhu. Vycházela jsem z článku o hlubokém stabilizačním systému od Koláře a Lewita (Kolář & Lewit, 2005), kde uvádějí, že HSSP se aktivuje při jakémkoli statickém zatížení. Zároveň s tím jsem vybrala speciálně upravené pozice, aby byla co nejméně možná dopomoc apendikulárních

částí těla. Takto budou probandi testováni na statickou rovnováhu, kterou po celý trénink necvičili. Přesto výsledné hodnoty testu nemusejí být přímo úměrné zlepšení HSSP, ale vzhledem k ošetření pozic můžeme říci, že pokud dojde k výraznému zlepšení testů na statickou rovnováhu, pak se posílil i HSSP.

Test na statickou rovnováhu se skládá ze tří částí s různou úrovní náročnosti. V každé části má proband vydržet co nejdéle v dané pozici na jedné noze, přičemž jsem zaznamenávala čas (Čelíkovský, Měkota, Kasa, & Belej, Prešov). Tak bude vidět případná únava fázického svalstva, které nahrazuje HSSP při jeho oslabení (Kolář & Lewit, 2005).

Testy proběhly jak na pravé, tak na levé noze a probandi byli na boso. V průběhu testování probandi nevěděli o úspěšnosti ostatních, abych tak předešla případné soutěživosti a možné demotivaci. Za výchozí polohu jsem zvolila stoj na levé/pravé noze, skrčit únožmo pravou/levou, ploska nohy se opře o vnitřní část kolena stojné nohy, paže v bok. Přesnou pozicí nohou a paží jsem se snažila co nejvíce zmenšit možnou dopomoc apendikulárními částmi ve stabilizaci (Čelíkovský, Měkota, Kasa, & Belej, Prešov).

První část testu proběhla v základní pozici. Tato pozice byl velmi jednoduchá, proto jsem předpokládala možnost jeho vyřazení, ale nakonec jsem jej využila při ověřování funkčnosti kotníkového a kyčelního mechanismu.

Druhá pozice byla v základní pozici, navíc se zavřenýma očima. Odstraněním zraku jako stabilizátoru jsem vyřadila prostorovou orientaci. Tak se musí více aktivovat posturální stabilita, a proto se intenzivněji projeví i HSSP (Čumpelík, 2015).

Třetí pozice proběhla také v základním postavení, navíc ve výponu. Při poslední pozici se minimalizuje možnost vyrovnání kotníkovým mechanismem (Čelíkovský, Měkota, Kasa, & Belej, Prešov).

Po testování na statickou rovnováhu měli probandi experimentální skupiny 10 minut pauzu. Následně se přistoupilo k testování na zdatnost na slackline. Kontrolní skupina na zdatnost na slackline testovaná nebyla.

Výsledky testů na statickou rovnováhu jsem následně přepočítla na procenta maximální hodnoty, aby bylo možné kombinovat je mezi sebou a přepočítat je na procentuální zlepšení. Jako maximální hodnoty jsem zvolila u prvního testu 90 sekund, u druhého 120 sekund a u třetího 60 sekund. Inspirovala jsem se vlastními naměřenými výsledky z testu (viz Tabulka 1 Vlastní výsledky a odvozené vztažné hodnoty).

Abych mohla následně výsledky v pozicích kombinovat mezi sebou, musela jsem vytvořit vztažné hodnoty. Výsledky z pozic jsem následně díky nim přepočítla takto: výsledek v dané pozici na pravé/levé děleno vztažná hodnota odpovídající dané pozici, tedy

$$x = \frac{\text{Výsledek v pozici P/L}}{\text{Vztažná hodnota dané pozice}} .$$
 Z těchto hodnot jsem následně vypočetla průměrný výsledek

ze všech pozic na pravé nebo levé noze a průměrnou hodnotu z obou nohou.

Použila jsem své nejlepší výsledky. Při testování jsem byla v dobrém psychickém stavu, proto by měly být výsledky vzhledem k mým schopnostem maximální. K vyhodnocení levé a pravé nohy jsem použila stejnou hodnotu, a to tu nejvyšší.

*Tabulka 1 Vlastní výsledky a odvozené vztažné hodnoty*

Testování		Psych. vyrovnanost	1. pozice		2. Pozice		3. Pozice	
Proband	Věk		P	L	P	L	P	L
Anna Obročníková	22	2	90	90	38	117	46	12
vztažné hodnoty			90		120		60	

Výjimkou byla první pozice. U té jsem zvolila za maximální hodnotu 90 sekund jako vypovídající hodnotu. Vycházela jsem z toho, že pozice je velmi jednoduchá, bude tedy na prokázání zpevnění HSSP doba 90 sekund dostačující. V delším časové úseku by se projevila především síla fyzického svalstva, což by bylo zavádějící.

Při sestavování pozic jsem se obávala, že první pozice bude příliš jednoduchá. Jejím cílem ovšem je ověřit, zda probandi mají dobře fungující mechanismy statické rovnováhy, tedy kotníkový a kyčelní mechanismus.

K testování zdatnosti na slackline jsem využila vlastních zkušeností. Inspirovala jsem se postupem v druhé metodě první školy v učení na slackline (viz str. 15). Vybrala jsem 10 prvků v různé náročnosti tak, aby odpovídaly časovým možnostem tréninku. Byly to stoj na L/P, stoj obounož L/P vpřed, dřep, náskok, otočka a boční stoj. Jako metodu hodnocení jsem zvolila přímé pozorování, kde jsem hodnotila schopnost provedení prvku bez pádu. Prvek byl probandem uznán tehdy, když probandi jeho provedení potvrdili dvěma kroky. Dalšími prvky byla chůze vpřed a vzad. Zde jsem hodnotila kolik, kroků proband ujde. Na konci slackline mohli probandi slézt a nastoupit v opačném směru.

Se všemi prvky se probandi setkali poprvé na vstupním testu a následně byly zahrnuty v rámci tréninku. Nevěděli však, že se závěrečný test bude skládat ze stejných prvků. Tím jsem omezila cílené nacvičení těchto prvků.

Testování probíhalo na slackline v budově katedry tělesné výchovy v Brandýse nad Labem. Slackline byla dlouhá 8 m a upevněna 0,5 m nad zemí. Jako napínací mechanismus jsem zvolila ráčnu, vzhledem k délce a účelu. Při zatížení 55 kg byla slackline 0,25 m nad zemí. Tím jsem zajistila stejné podmínky pro všechny probandy i pro vstupní a výstupní testování.



Na každý prvek měli probandi dva pokusy, přičemž se počítal ten lepší. Tím jsem se snažila předcházet stresovým situacím.

K vyhodnocení testování na úroveň zdatnosti na slackline jsem všechny prvky, ze kterých se test skládal, ohodnotila body dle jeho náročnosti provedení (viz Tabulka 2 Bodové ohodnocení prvků testu na slackline). Hodnoty jsme přidělila na základě vlastních zkušeností.

*Tabulka 2 Bodové ohodnocení prvků testu na slackline*

Hodnocení triků na slackline	Hodnota
Stoj na P/L	1
Stoj obounož P/L	1
Kroky	2
Dřep	3
Chůze vzad	4
Náskok	5
Otočka	6
Boční stoj	7

Výstupem testu na zdatnost na slackline bylo bodové ohodnocení. Cílem bylo získat co nejvíce bodů. Pokud proband zvládl provést podmínky k uznání prvku, tak se mu do bodového ohodnocení počítaly body odpovídající náročnosti prvku. Nebylo možné získat body při provedení prvku víckrát. Pokud vyloučíme chůze, byl maximální počet bodů 25. Bodové ohodnocení chůze jsem počítala počet kroků krát bodová náročnost prvku. Počet kroků nebyl omezen.

Zde jsem nezvolila maximální vztažné hodnoty, kvůli náročnosti jejich odhadu vůči krokům na slackline. Nemohla jsem zde vycházet z vlastních výsledků, protože má úroveň v chůzích na slackline je tak vysoká, že bych ji moha provozovat na této slackline třeba i celé hodiny bez pádu. To bych ovšem porovnávala čtyřtýdenní trénink s desetiletou aktivitou v tomto sportu, což by nemělo vypovídající hodnotu.

Z těchto přepočtených hodnot jsem dále vypočítávala hodnoty potřebné k odpovědi na výzkumné otázky.

#### **4.4 Výzkumný soubor**

Probandy jsem vybrala z řad kolegů 3. ročníku bakalářského studia tělocviku na Pedagogické fakultě University Karlovy. Tím jsem zajistila podobnou sportovní aktivitu během experimentu. Všichni probandi byli ve věkovém rozmezí 22-23 let.

Všichni se ve volném času navíc věnují házené, ragby, fotbalu a návštěvám posilovny, ale nikdo se této aktivitě nevěnuje vrcholově. Těmto koníčkům se věnují dlouhodobě a pravidelně. Proto předpokládám, že neovlivní výsledky testů. Všichni také mají stejnou zkušenost se slackline prostřednictvím výuky na katedře. Ve volném času se jí nikdo nevěnoval. Výsledky tak budou prokazatelné pouze pro sportovce.

V experimentální i kontrolní skupině bylo 6 probandů, dvě ženy a čtyři muži. Probandi se hlásili dobrovolně, a zájem o tak náročnou aktivitu nebyl, což je důvod celkově nízkého počtu probandů.

V kontrolní skupině byl jeden levák, v experimentální skupině dva. To by mohlo mít vliv ve třetí výzkumné otázce.

#### **4.5 Realizace výzkumu**

Trénink probíhal vždy v budově katedry tělesné výchovy v Brandýse nad Labem na stejné napnuté slackline, která byla při testování. Jednoho tréninku se zúčastnili vždy dva probandi, aby měli všichni stejné podmínky. Na začátku každého tréninku jsme se zahřáli a na závěr jsme se věnovali kompenzačním cvikům a protažení. V každé hodině tréninku jsem se s každým probandem věnovala daným prvkům, s žádným probandem jsem v dané hodině nepokračovala dál v následujících prvcích. V případě brzkého splnění cíle hodiny jsem pokračovala nácvikem chůze a různých obměn daného prvku nebo prvků. Jakmile probandi uměli více prvků a zbyl čas, zkoušeli je v různých kombinacích mezi sebou.

### **První hodina**

Po testování jsme plynule pokračovali v tréninku. Jako první se probandi učili výdrži na jedné noze a následně na obou. Jakmile se začali zlepšovat, trénovali proti sobě a soutěžili, který vydrží déle. Po zvládnutí stojů začali chodit. Jejich cílem bylo dojít za půlku slackline. Většině se podařilo tento cíl splnit a třetí proband ji přešel dokonce celou.

### **Druhá hodina**

Cílem druhé hodiny bylo již cílem přejít celou slackline. Dále se probandi začali učit náskok na slackline a seznamovali se s otočkou.

### **Třetí hodina**

Cílem této hodiny bylo upevnit předchozí dovednosti a naučit se nejprve boční stoj a následně za odměnu i dřep. Na konci této hodiny byli všichni probandi schopni dojít bez potíží vždy minimálně do půlky slackline, naskočit na ni a otočit se. Šikovnější ovládali i dřep, ale boční stoj čistě nezvládl nikdo.

### **Čtvrtá hodina**

Cílem této hodiny bylo upevnit, případně doladit všechny nabyté schopnosti. Poslední prvek, který se probandi naučili, byla chůze vzad.

## **4.6 Zpracování dat**

První hypotézu jsem ověřovala pomocí chí kvadrátu. K tomu jsem nejprve vypočetla v procentech celkové průměrné zlepšení v testu na statickou rovnováhu.

Z celkových průměrných hodnot vstupního a výstupního testu jsem vypočetla rozdíl výstupního od vstupního testu a vydělila průměrem vstupního tedy,

$$x = \frac{\text{průměr výstupního testu} - \text{průměr vstupního testu}}{\text{průměr vstupního testu}} * 100.$$

Procentuální zlepšení testu na statickou rovnováhu jsem vypočetla u obou skupin. Pokud bude zlepšení kontrolní skupiny minimální, mohu předpokládat, že na zlepšení či zhoršení výsledků experimentální skupiny má vliv právě trénink na slackline.

Z výsledků testu na slackline jsem také spočetla průměrné zlepšení v procentech, tedy rozdíl počtu bodů vstupního testu od výstupního děleno výsledkem vstupního testu

$$x = \frac{\text{výsledek výstupního testu} - \text{výsledek vstupního testu}}{\text{výsledek vstupního testu}} * 100.$$

V chí kvadrátu jsem využila tabulku s následujícím rozmezím hodnot. V řádku jsou rozmezí hodnot procentuálního zlepšení na slackline. Počítala jsem se čtyřmi rozmezími, první je okolo 600 %, druhé okolo 950 %, třetí okolo 1400 % a čtvrté okolo 3500 %. V sloupci jsou rozmezí procentuálního zlepšení testů na statickou rovnováhu. Zde jsem si určila pouze čtyři rozmezí, první 0 % a méně, druhé okolo 10 %, třetí okolo 20 % a čtvrté okolo 30 %. Dále s pomocí četnosti probandů v úsecích tabulky jsem spočetla chí kvadrát a porovnála s kvantilem chí kvadrátu pro tři stupně volnosti na hladině významnosti 5 %. Ten odpovídá hodnotě 7,81. Pokud bude výsledný chí kvadrát větší než kvantil, pak jsou jevy závislé.

Pokud se prokáže závislost v první hypotéze, pak druhou hypotézu ověřím pomocí průměrného zlepšení všech probandů. Pokud bude výsledný průměr menší než 0, pak bychom mohli říct, že trénink na slackline negativně ovlivňuje statickou rovnováhu, a prostřednictvím toho i funkci HSSP. Pokud bude výsledný průměr větší jak 0, pak můžeme předpokládat pozitivní vliv tréninku na statickou rovnováhu a prostřednictvím toho i na funkci HSSP. Pokud bude průměr velmi blízko 0, pak nemůžeme uvažovat ani o pozitivním, ani negativním vlivu.

Třetí hypotézu jsem ověřovala pomocí rozdílů průměrné hodnoty levé a pravé nohy výstupních testů vůči vstupním testům. Pokud bude rozdíl průměrné hodnoty na pravé od průměrné hodnoty od levé u výstupního testu bližší nule než stejný rozdíl průměrů ze vstupního testu, pak můžeme předpokládat, že se levo-pravá dysbalance zmírnila. Pokud tomu bude naopak, pak se levo-pravá dysbalance zhoršila. Pokud se rozdíl nebude významně lišit, pak nemůžeme nic říct.

## 4.7 Výsledky

### 4.7.1 Vstupní měření

První testování experimentální skupiny proběhlo před zahájením prvního tréninku na slackline. Testování kontrolní skupiny proběhlo za stejných podmínek jako u experimentální skupiny. Nejprve se jsme se rozhýbali a následně přistoupili k testování. Testování probíhalo ve dvojicích, kdy v průběhu testu stáli probandi k sobě zády a nesměli spolu komunikovat. Pokud některý z nich ukončil test dříve, nesměl to sdělit druhému probandovi. Výsledky jsou zaznamenány v následujících tabulkách.

V tabulce výsledků na statickou rovnováhu je v první části tabulky v prvním sloupci uvedeno očíslování probandů. V druhém sloupci je jejich věk. Třetí sloupec obsahuje vlastní subjektivní hodnocení psychické rovnováhy probanda. Ve čtvrtém sloupci je uvedena dominantní dolní končetina. Dále jsou zaznamenány časy, kterých probandi dosahovali při stoji v daných pozicích. Nejprve v první, druhé a třetí pozici, nejdříve na pravé a následně na levé noze. Čas je uvedený v sekundách.

Výsledky kontrolní skupiny jsou shrnuty v následující tabulce (Tabulka 3 Vstupní výsledky testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny).

*Tabulka 3 Vstupní výsledky testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny*

Proband	Věk	Psychický stav	Dominantní dolní končetina	Pozice 1		Pozice 2		Pozice 3	
				P	L	P	L	P	L
1	22	2	P	90	90	7	10	5	4
2	23	1	P	90	90	8	6	3	6
3	22	2	L	90	78	9	12	7	5
4	22	1	P	90	90	20	13	9	6
5	23	3	P	83	90	7	6	4	5
6	23	2	P	90	90	23	31	10	6

V následující tabulce (Tabulka 4 Přepočtené hodnoty kontrolní skupiny vstupního testu na statickou rovnováhu) jsou uvedeny přepočtené hodnoty. V prvním sloupci je uvedeno číslo probanda, v druhém a třetím sloupci jsou přepočtené hodnoty testu v první pozici postupně na pravé a následně na levé. Ve čtvrtém, pátém, šestém a sedmém jsou stejně uvedené

přepočtené hodnoty postupně z druhé a následně z třetí pozice. V osmém sloupci je uvedený průměrný výsledek testu ze všech pozic na pravé, v devátém sloupci naopak průměrný výsledek všech pozic na levé noze. V posledním desátém sloupci je průměr z obou končetin a všech pozic.

*Tabulka 4 Přepočtené hodnoty kontrolní skupiny vstupního testu na statickou rovnováhu*

Probanti	Pozice 1		Pozice 2		Pozice 3		Průměr testů		Celkový průměr
	P	L	P	L	P	L	P	L	
1	1,00	1,00	0,06	0,08	0,08	0,07	0,38	0,38	0,382
2	1,00	1,00	0,07	0,05	0,05	0,10	0,37	0,38	0,378
3	1,00	0,87	0,08	0,10	0,12	0,08	0,40	0,35	0,374
4	1,00	1,00	0,17	0,11	0,15	0,10	0,44	0,40	0,421
5	0,92	1,00	0,06	0,05	0,07	0,08	0,35	0,38	0,363
6	1,00	1,00	0,19	0,26	0,17	0,10	0,45	0,45	0,453

Psychické rozpoložení, dle tabulky Tabulka 4 Přepočtené hodnoty kontrolní skupiny vstupního testu na statickou rovnováhu, kontrolní skupiny bylo dobré. Dva probandi měli problém s první pozicí, každý s jinou dolní končetinou. Třetí proband měl dominantní levou končetinu, a právě na ní měl horší výsledek. Podobně pátý proband měl dominantní pravou dolní končetinu, a také na ní měl horší čas.

Z 2. pozice oproti 3. pozici na levé noze zlepšil pouze jeden proband a jeden dosáhl stejných hodnot. Ostatní se zhoršili.

V porovnání stejných pozic, ale ve stoji na prvé noze, se všichni probandi zhoršili. Výsledky obou skupin jsou srovnatelné.

V následující tabulce jsou uvedeny výsledky experimentální skupiny.

*Tabulka 5 Vstupní výsledky testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny*

Proband	Věk	psychický stav	Dominantní dolní končetina	Pozice 1		Pozice 2		Pozice 3	
				P	L	P	L	P	L
1	22	3	P	27	90	8	10	5	6
2	23	4	P	90	90	11	5	5	6
3	23	2	P	90	90	50	12	7	3
4	22	3	L	80	90	8	7	2	7
5	22	4	L	90	90	7	5	5	6
6	22	3	P	90	90	11	40	20	11

V následující tabulce (Tabulka 6 Přepočtené hodnoty vstupních testů na statickou rovnováhu experimentální skupiny) jsou přepočtené hodnoty stejně jako u kontrolní skupiny (viz Tabulka 4 Přepočtené hodnoty kontrolní skupiny vstupního testu na statickou rovnováhu).

*Tabulka 6 Přepočtené hodnoty vstupních testů na statickou rovnováhu experimentální skupiny*

Proband	Pozice 1		Pozice 2		Pozice 3		Průměr testů		Celkový průměr
	P	L	P	L	P	L	P	L	
1	0,30	1,00	0,07	0,08	0,08	0,10	0,15	0,39	0,272
2	1,00	1,00	0,09	0,04	0,08	0,10	0,39	0,38	0,386
3	1,00	1,00	0,42	0,10	0,12	0,05	0,51	0,38	0,447
4	0,89	1,00	0,07	0,06	0,03	0,12	0,33	0,39	0,361
5	1,00	1,00	0,06	0,04	0,08	0,10	0,38	0,38	0,381
6	1,00	1,00	0,09	0,33	0,33	0,18	0,48	0,51	0,490

Většina probandů z experimentální skupiny byla v průběhu testování v dobrém psychickém stavu. Z tabulky (Tabulka 6 Přepočtené hodnoty vstupních testů na statickou rovnováhu experimentální skupiny) vyplývá, že test v první pozici byl dle předpokladu pro většinu velmi jednoduchý. Pouze první a čtvrtý proband nesplnil plný počet bobů. U čtvrtého probanda se mohlo projevit jeho špatné psychické rozpoložení. Oba dva měli problém s pravou dolní končetinou, která je pro ně dominantní.

Druhá pozice byla, dle výsledků, mnohem náročnější než první. Ve třetí pozici se výsledky v porovnání s předchozí pozicí lišily. Druhý a pátý proband dosáhl ve 2. pozici na levé noze

nižší hodnocení než v 3. poloze na téže noze. Čtvrtý proband měl stejný výkon v těchto pozicích a ostatní probandi se zhoršili.

Naopak při stejném porovnání pozic, ale na pravé noze, se všichni výrazně zhoršili s výjimkou šestého probanda, který se naopak velmi zlepšil.

Následně v Tabulka 7 Porovnání vstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní a experimentální skupiny je uvedeno v prvním sloupci číslo probanda kontrolní skupiny, v druhém sloupci je průměrný výkon probanda v přepočtených hodnotách z testu na statickou rovnováhu. V třetím sloupci je uvedeno číslo probanda experimentální skupiny. V čtvrtém sloupci je průměrný výkon probanda v přepočtených hodnotách v testu na statickou rovnováhu.

*Tabulka 7 Porovnání vstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní a experimentální skupiny*

Kontrolní skupiny		Experimentální skupiny	
Proband	Průměrný výsledek	Proband	Průměrný výsledek
1	0,382	1	0,272
2	0,378	2	0,386
3	0,374	3	0,447
4	0,421	4	0,361
5	0,363	5	0,381
6	0,453	6	0,490

V Tabulka 7 Porovnání vstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní a experimentální skupiny vidíme, že výsledky kontrolní a experimentální skupiny byly v podobném rozmezí až na enormní výsledky probanda 1 experimentální skupiny, který dosáhl výrazně nižšího výsledku než ostatní. Důvodem bude horší statická rovnováha oproti ostatním probandům.

Výsledky ze zdatnosti na slackline jsou zaznamenány v následující tabulce (Tabulka 8 Vstupní výsledky testu na slackline experimentální skupiny). V prvním sloupci vidíme, který proband získal následující výsledky. V druhém sloupci je počet kroků vpřed, které udělal. Ve třetím sloupci je počet kroků vzad. Následují sloupce s hodnocením, zda je probandi zvládli. Splnění pokusu je v tabulce zapsáno jako 1 a nesplnění jako 0. Jsou to postupně stoj na pravé noze, stoj na levé noze, stoj obounož pravou vpřed, stoj obounož levou vpřed, dřep, náskok, boční stoj, otočka.



*Tabulka 8 Vstupní výsledky testu na slackline experimentální skupiny*

Proband	Chůze vpřed	Chůze vzad	Stoj na P noze	Stoj na L noze	Stoj obounož P vpřed	Stoj obounož L vpřed	Dřep	Náskok	Boční stoj	Otočka	Celkový počet bodů
1	3,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	10
3	7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	23
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
6	3,5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	13

Výsledky testu odpovídají začátečníkům, kteří na slackline již někdy chodili, ale pouze po krátkou dobu. Nejvíce kroků provedl proband 3, a to sedm kroků, což je přibližně do jedné třetiny slackline. Nejméně kroků udělal proband 4 jeden krok a nebyl schopný udělat ani jeden další cvik. Tři probandi byli schopni vykonat jeden krok vzad, což je poměrně dobrý výsledek pro začátečníky. V dalších cvicích probandi maximálně zvládli stoje, obtížnější cviky nezvládl nikdo.

#### **4.7.2 Výstupní měření**

Výsledky výstupních testů jsem podobně jako u vstupních testů zaznamenávala do tabulek. V tabulce test na statickou rovnováhu (Tabulka 9 Výstupní výsledky testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny) je v prvním sloupci číslo probanda, v druhém je věk probandů. Ve třetím sloupci psychický stav. Ve čtvrtém sloupci je uvedena dominantní noha probanda. Dále v pátém a šestém sloupci jsou výsledky z první pozice, nejprve na pravé noze a následně na levé. V sedmém a osmém sloupci jsou výsledky z druhé pozice, v sedmém sloupci je uvedena pravá noha, v osmém levá. V devátém a desátém sloupci jsou uvedeny výsledky z třetí pozice, stejně jako u předchozích pozice, v devátém sloupci výsledky pravé nohy, v desátém levé. Výsledky odpovídají délce výdrže v dané pozici a jsou uvedeny v sekundách.

Výsledky kontrolní skupiny jsou shrnuty v následujících tabulkách (Tabulka 9 Výstupní výsledky testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny).

*Tabulka 9 Výstupní výsledky testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny*

Testování	Psychický stav	Dominantní dolní končetina	Pozice 1		Pozice 2		Pozice 3	
			P	L	P	L	P	L
1	2	P	90	90	8	10	4	4
2	2	P	90	90	8	6	3	6
3	3	L	90	80	12	11	7	5
4	1	P	90	90	20	13	9	6
5	2	P	87	90	9	5	3	5
6	2	P	90	90	20	31	10	5

V následující tabulce (Tabulka 10 přepočtené hodnoty výstupního testu kontrolní skupiny na statickou rovnováhu) jsou přepočtené hodnoty výstupního testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny. V prvním sloupci je číslo probanda, v následujících sloupcích jsou podobně jako u vstupních testů přepočtené hodnoty postupně pro první, druhou a třetí pozici, nejprve pro pravou, následně pro levou nohu. V osmém a devátém sloupci jsou průměrné hodnoty ze všech pozic, nejprve na pravé a následně na levé. V desátém sloupci je průměr všech pozic, pravé a levé nohy.

*Tabulka 10 přepočtené hodnoty výstupního testu kontrolní skupiny na statickou rovnováhu*

	Pozice 1		Pozice 2		Pozice 3		Průměr testů		Celkový průměr
	P	L	P	L	P	L	P	L	
1	1,00	1,00	0,07	0,08	0,07	0,07	0,38	0,29	0,333
2	1,00	1,00	0,07	0,05	0,05	0,10	0,37	0,29	0,330
3	1,00	0,89	0,10	0,09	0,12	0,08	0,41	0,27	0,336
4	1,00	1,00	0,17	0,11	0,15	0,10	0,44	0,30	0,370
5	0,97	1,00	0,08	0,04	0,05	0,08	0,36	0,28	0,323
6	1,00	1,00	0,17	0,26	0,17	0,08	0,44	0,34	0,390

Psychický stav skupiny byl spíše průměrný. V první pozici nedosáhli maximálního času proband 3 a 5. Oba měli problém se svou dominantní nohou.

Výsledky v druhé pozici nejsou jednotné, pokrývají poměrně velké rozmezí časů. Nejlepších výsledků dosáhl proband 6 a nejhorších proband 5. Jejich časy jsou od sebe vzdáleny až 26 sekund, což je poměrně hodně.

Naopak ve třetí pozici byly výsledky poměrně vyrovnané. Nejlepších výsledků dosáhl opět proband 6, ale jen o 1 sekundu. Naopak se zde nedá hovořit o jednom nejhorším výsledku, probandi 5 a 1 jsou vyrovnaní.

V následující tabulce (Tabulka 11 Výstupní výsledky testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny) jsou ve stejném rozložení uvedeny výsledky výstupního testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny.

*Tabulka 11 Výstupní výsledky testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny*

Proband	Věk	psychický stav	Dominantní dolní končetina	Pozice 1		Pozice 2		Pozice 3	
				P	L	P	L	P	L
1	22	1	P	41	90	16	22	7	6
2	23	1	P	90	90	13	42	25	10
3	23	2	P	90	90	59	20	13	5
4	22	2	L	90	90	15	13	4	8
5	22	2	L	90	58	15	8	5	5
6	22	2	P	90	90	120	48	8	5

V tabulce Tabulka 12 Přepočtené hodnoty výstupní test na statickou rovnováhu experimentální skupiny jsou uvedeny přepočtené hodnoty z výsledků. Rozložení tabulky je stejné jako u tabulky Tabulka 10 přepočtené hodnoty výstupního testu kontrolní skupiny na statickou rovnováhu.

*Tabulka 12 Přepočtené hodnoty výstupní test na statickou rovnováhu experimentální skupiny*

	Pozice 1		Pozice 2		Pozice 3		Průměr testů		Celkový průměr
	P	L	P	L	P	L	P	L	
1	0,46	1,00	0,13	0,18	0,12	0,10	0,24	0,43	0,331
2	1,00	1,00	0,11	0,35	0,42	0,17	0,51	0,51	0,507
3	1,00	1,00	0,49	0,17	0,22	0,08	0,57	0,42	0,493
4	1,00	1,00	0,13	0,11	0,07	0,13	0,40	0,41	0,406
5	1,00	0,64	0,13	0,07	0,08	0,08	0,40	0,26	0,334
6	1,00	1,00	1,00	0,40	0,13	0,08	0,71	0,49	0,603

V tabulce (Tabulka 12 Přepočtené hodnoty výstupní test na statickou rovnováhu experimentální skupiny) vidíme, že psychický stav experimentální skupiny byl velmi dobrý. V první pozici

nezvládl vydržet do maxima první a pátý proband. Oba probandi byli v dobrém psychickém stavu. Oba měli problémy s dominantní nohou.

Výsledky z druhé a třetí pozice jsou velmi nevyrovnané. V druhé pozici si nejlépe vedl proband 6 a nejhůře proband 5. V třetí pozici si nejlépe vedl proband 2 a nejhůře opět proband 5.

Následně v Tabulka 7 Porovnání vstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní a experimentální skupiny je uvedeno v prvním sloupci číslo probanda kontrolní skupiny, v druhém sloupci je průměrný výkon probanda v přepočtených hodnotách z testu na statickou rovnováhu. V třetím sloupci je uvedeno číslo probanda experimentální skupiny. V čtvrtém sloupci je průměrný výkon probanda v přepočtených hodnotách v testu na statickou rovnováhu.

*Tabulka 13 Porovnání výstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní a experimentální skupiny*

Kontrolní skupiny		Experimentální skupiny	
Proband	Průměrný výsledek	Proband	Průměrný výsledek
1	0,333	1	0,331
2	0,330	2	0,507
3	0,336	3	0,493
4	0,370	4	0,406
5	0,323	5	0,334
6	0,390	6	0,603

Z Tabulka 13 Porovnání výstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní a experimentální skupiny vidíme, že výsledky probandů 2, 3, 4, 6 experimentální skupiny jsou výrazně lepší než výsledky kontrolní skupiny. Proband 1 experimentální skupiny dosáhl podobných výsledků jako probandi kontrolní skupiny, ale u vstupních testu dosáhl výrazně nejhoršího výsledku. Tedy došlo k výraznému zlepšení. Naopak proband 5 experimentální skupiny dosáhl také průměrných kontrolní skupiny.

Výsledky ze zdatnosti na slackline jsou zaznamenány v následující tabulce (Tabulka 14 Výstupní výsledky zdatnosti na slackline experimentální skupiny). V prvním sloupci je uvedené číslo probanda. Ve druhém a třetím sloupci je postupně uveden počet kroků nejdříve vpřed a následně vzad. Dále je 1 označeno, zda daný prvek proband zvládl provést a 0 pokud jej nezvládl provést. Ve čtvrtém a pátém sloupci je uvedený postupně stoj na pravé a následně

stoj na levé noze. V šestém a sedmém sloupci je podobně uvedený stoj obounož, nejprve pravou vpřed a následně levou vpřed. V osmém, devátém a desátém sloupci jsou postupně uvedeny dřep, náskok a boční stoj. V posledním sloupci je uvedený celkový počet bodů, které proband dostal.

*Tabulka 14 Výstupní výsledky zdatnosti na slackline experimentální skupiny*

Proband	Chůze vpřed	Kroky vzad	Stoj na P	Stoj na L	Stoj obounož P vpřed	Stoj obounož L vpřed	Dřep	Náskok	Boční stoj	Otočka	Celkový počet bodů
1	13	8	1	1	1	1	1	1	1	0	77
2	21	9	1	1	1	1	1	1	1	1	103
3	73	14	1	1	1	1	1	1	1	1	227
4	16	5	1	1	1	1	1	1	1	0	71
5	68	4	1	1	1	1	1	1	1	1	177
6	44	7	1	1	1	1	1	1	1	1	141

Výsledky odpovídají skupině, která již má zkušenosti se slackline. Přesto v chůzi vpřed jsou výrazné rozdíly. Nejvíce kroků udělal proband 3 a nejméně proband 4. Jejich rozdíl je 57 kroků, což je několikrát „přejitá“ slackline. V chůzi vzad tak rapidní rozdíl nebyl. Nejlepší zde byl opět proband 3, nejhorším byl proband 5. Zde je jejich rozdíl pouhých 10 kroků. U provedených prvků čtyři probandi z šesti zvládli provést všechny.

#### **4.7.3 Vyhodnocení hypotéz**

Při ověření hypotéz jsem nejprve spočetla procentuální zlepšení v testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny (viz Tabulka 15 Procentuální zlepšení v testu statickou rovnováhu kontrolní skupiny), abych věděla, zda se v testech probandi zlepšili. V prvním sloupci je číslo probanda, v druhém sloupci je průměrná přepočtená hodnota všech částí testu na statickou rovnováhu u vstupních testů. V třetím sloupci je průměrná přepočtená hodnota všech částí testu na statickou rovnováhu u výstupních testů. Ve čtvrtém sloupci je uveden rozdíl průměrné hodnoty vstupního testu od průměrné hodnoty výstupního testu. V posledním sloupci je uvedené procentuální zlepšení probanda v testu na statickou rovnováhu.

*Tabulka 15 Procentuální zlepšení v testu statickou rovnováhu kontrolní skupiny*

Proband	Vstupní test	Výstupní test	Rozdíl	% zlepšení
1	0,38	0,38	0,00	0
2	0,38	0,38	0,00	0
3	0,37	0,38	0,01	2
4	0,42	0,42	0,00	0
5	0,36	0,37	0,01	2
6	0,45	0,45	-0,01	-2

V tabulce vidíme, že se zlepšili dva probandi, ale pouze o 2 %, a jeden se o 2 % zhoršil. Dvouprocentuální zlepšení je zanedbatelné, vzhledem k tomu, že tyto průměry se skládají v podstatě ze 6 výsledků, které se mezi sebou navzájem liší maximálně v řádu několika sekund. Zbylí 3 probandi se nezlepšili vůbec.

### **První hypotéza**

V následující tabulce (Tabulka 16 Procentuální zlepšení v testu statickou rovnováhu experimentální skupiny) je uvedeno procentuální zlepšení experimentální skupiny v testu na statickou rovnováhu. Uspořádání tabulky je stejné jako u tabulky Tabulka 15 Procentuální zlepšení v testu statickou rovnováhu kontrolní skupiny.

*Tabulka 16 Procentuální zlepšení v testu statickou rovnováhu experimentální skupiny*

Proband	Vstupní test	Výstupní test	Rozdíl	% zlepšení
1	0,27	0,33	0,06	22
2	0,39	0,51	0,12	31
3	0,45	0,49	0,05	10
4	0,36	0,41	0,04	12
5	0,38	0,33	-0,05	-12
6	0,49	0,60	0,11	23

V tabulce vidíme, že procentuální zlepšení probandů je různě velké. Podobně jsou na tom probandi číslo 6 a 1, kteří se zlepšili okolo 22 %. Probandi číslo 3 a 4 mají také podobně velké zlepšení, okolo 11 %. Ale proband 2 se výrazně zlepšil na rozdíl od probanda číslo 5, který se jako jediný z celé skupiny zhoršil.

V následující tabulce (Tabulka 17 Procentuální zlepšení testu na slackline experimentální skupiny) je uvedeno procentuální zlepšení v testu na zdatnost na slackline experimentální skupiny. Rozložení tabulky je podobné jako u tabulek na procentuální zlepšení testu na statickou

rovnováhu. V prvním sloupci je uvedeno číslo probanda. V druhém je uvedeno bodové ohodnocení ve vstupním testu. Ve třetím sloupci je bodové ohodnocení výstupního testu. V čtvrtém sloupci je uvedený rozdíl výsledku vstupního testu od výsledku výstupního testu, což odpovídá bodovému ohodnocení odpovídajícímu, bodovému zlepšení na slackline. V posledním sloupci je uvedeno procentuální zlepšení.

*Tabulka 17 Procentuální zlepšení testu na slackline experimentální skupiny*

Proband	SL skóre vstupní test	SL skóre výstupní test	SL skóre zlepšení	% zlepšení
1	11	77	66	600
2	10	103	93	930
3	23	227	204	887
4	2	71	69	3450
5	12	177	165	1375
6	13	141	128	985

V tabulce vidíme, že zlepšení na slackline bylo velké, u všech probandů výrazně přesáhlo 100 % zlepšení. Přesto úroveň zlepšení je různá. Podobné zlepšení mají probandi 2, 3 a 6 okolo 900 % až 1000 %. Proband 1 dosáhl nejmenšího zlepšení z celé skupiny, a to 600 %. Naopak proband 4 dosáhl výrazně největšího zlepšení, a to 3450 %. Proband 5 dosáhl druhého nejlepšího zlepšení, přesto je jeho výsledek méně než polovičním zlepšením, vůči probandu číslo 4.

Pomocí procentuálních zlepšení testu na statickou rovnováhu a testu na zdatnost na slackline jsem sestavila následující tabulku, do které jsem zanesla výsledky probandů. V řádku jsou uvedena 4 rozmezí ke zlepšení na slackline, v sloupci jsou uvedena 4 rozmezí ke zlepšení v testu na statickou rovnováhu. V posledním sloupci a posledním řádku je uvedena četnost probandů v daném sloupci či řádku.

*Tabulka 18 Tabulka pro výpočet chí kvadrátu*

$\Delta HSSP \backslash \Delta SL$	$\approx 600 \%$	$\approx 950 \%$	$\approx 1400 \%$	$\approx 3500 \%$	četnost
$< 0 \%$			Proband 5		1
$\approx 10 \%$		Proband 3		Proband 4	2
$\approx 20 \%$	Proband 1	Proband 6			2
$\approx 30 \%$		Proband 2			1
Četnost	1	3	1	1	6

Prostřednictvím četnosti probandů v řádcích a sloupcích jsem spočetla chí kvadrát, který je roven 10.

### Druhá hypotéza

K ověření druhé hypotézy jsem spočetla průměrné procentuální zlepšení všech probandů kontrolní a experimentální skupiny v testu na statickou rovnováhu. Zlepšení kontrolní skupiny odpovídá 0 %. Zlepšení experimentální skupiny odpovídá 14 %. Pokud se podíváme na tabulku Tabulka 16 Procentuální zlepšení v testu statickou rovnováhu experimentální skupiny, vidíme, že 5 probandů se zlepšilo a pouze jeden se zhoršil. Pokud bychom nepočítali s probandem číslo 5, který se zhoršil, pak by průměrné procentuální zlepšení odpovídalo 20 %.

### Třetí hypotéza

K ověření třetí hypotézy jsem spočetla rozdíly průměrných výsledků vstupních i výstupních testů na statickou rovnováhu u levé nohy od pravé.

V následující tabulce Tabulka 19 Levo-pravá dysbalance kontrolní skupiny je v prvním sloupci uvedeno číslo probanda. V druhém sloupci je rozdíl průměrných hodnot u vstupního testu výsledek na levé noze od pravé. V třetím sloupci je to samé, ale z výstupního testu. Ve čtvrtém sloupci je uvedeno, zda došlo ke snížení levo-pravá dysbalance.

*Tabulka 19 Levo-pravá dysbalance kontrolní skupiny*

Proband	Dominantní dolní končetina	rozdíl průměrů vstupních testů	rozdíl průměrů výstupních testů	Snížení levo-pravé dysbalance
1	P	0,00	0,09	Ne
2	P	-0,01	0,08	Ne
3	L	0,05	0,14	Ne
4	P	0,04	0,14	Ne
5	P	-0,03	0,08	Ne
6	P	0,00	0,11	Ne

Dle Tabulka 19 Levo-pravá dysbalance kontrolní skupiny se žádný z probandů výsledky vstupního testu nepřibližuje v rozdílech průměrů k 0. Probandi číslo 3 a 4 mají rozdíl kladný, tedy výsledky na pravé noze jsou lepší než na levé. Zajímavé je, že proband 3 má dominantní levou nohu a proband 4 naopak pravou. Probandi 1 a 6 jsou dle testů vyrovnaní. Probandi číslo 2 a 5 mají oba dominantní pravou nohu, ale výsledky mají lepší na levé.



Ve výsledcích výstupního testu mají všichni probandi lepší výsledky na pravé noze. Probandi číslo 1, 2 a 5 mají výsledky okolo 0,08, zbylí probandi 3, 4, 6 okolo 0,13.

Levo – pravá dysbalance se u žádného nezmírnila.

V následující tabulce jsou, ve stejném rozložení jako u tabulky Tabulka 19 Levo-pravá dysbalance kontrolní skupiny, uvedeny výsledky na levo-pravou dysbalanci experimentální skupiny.

*Tabulka 20 Levo-pravá dysbalance experimentální skupiny*

Proband	Dominantní dolní končetina	rozdíl průměrů vstupních testů	rozdíl průměrů výstupních testů	Snížení levo-pravé dysbalance
1	P	-0,24	-0,19	Ano
2	P	0,01	0,00	Ano
3	P	0,13	0,15	Ne
4	L	-0,06	-0,02	Ano
5	L	0,00	0,14	Ne
6	P	-0,03	0,22	Ne

V tabulce (Tabulka 20 Levo-pravá dysbalance experimentální skupiny) vidíme, že u vstupního testu probandi 1, 4 a 6 mají výsledky na levé noze lepší než na pravé. Probandi 1 a 6 mají dominantní pravou nohu, ale proband 4 má dominantní levou nohu. Proband 2 a 3 měli lepší výsledky na pravé noze, ale proband 2 pouze o jednu setinu výsledku. Oba probandi mají dominantní pravou nohu. Jediný proband 5 měl vyrovnané výsledky.

U výstupních testů vidíme, že probandi 1 a 4 mají lepší výsledky na levé noze, ale proband 1 má dominantní pravou nohu a proband 4 levou. Probandi 3, 5 a 6 mají lepší výsledky na pravé noze. Probandi 3 a 6 mají dominantní pravou nohu, ale proband 5 má dominantní levou nohu. Jediný proband 2 měl výsledky vyrovnané.

Z porovnání rozdílů vstupních a výstupních hodnot vychází, že se levo – pravá dysbalance snížila u probandů 1, 2 a 4.

## 4.8 Diskuse

Výzkum probíhal po dobu čtyř týdnů, což je o týden déle, než uvádějí Kolář a Lewit (Kolář & Lewit, 2005) ve svém článku „význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží“. Zde uvádí, že léčebný efekt jeho techniky se začne projevovat kolem třetího týdne terapie. Tím, že trénink není zaměřen přímo na posílení HSSP, nemusí se jeho výsledky projevit, přestože jsem záměrně zvolila naschvál delší dobu, po kterou trénink probíhal.

Problémem je výběr testu na funkci HSSP. V závěru nemohu přímo prokázat, že trénink na slackline posiluje HSSP, protože neexistuje jasně popsáný a stanovený vztah mezi HSSP a statickou rovnováhou. Pouze víme, že se na statické rovnováze HSSP podílí, a právě z tohoto vztahu vycházím. Díky modifikaci testů, na co nejmenší možné zapojení apendikulárních částí těla, bych mohla v závěru uvažovat o možném pozitivním či negativním ovlivnění. To vše pouze za předpokladu výrazného zlepšení testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny vůči kontrolní skupině.

V závěru můžeme také vycházet z již existujících studií a prostřednictvím této práce je propojit. Tyto studie se netýkají konkrétně HSSP, ale mechanismů, na kterých se funkce HSSP podílí (viz kapitola Vztah HSSP a slackline).

V žádném případě nemůžeme mluvit o konkrétním možném efektu ve smyslu měřitelném, ale to vzhledem k problematice zjišťování funkce HSSP není možno uvažovat nikdy. Samozřejmě dokud někdo nevymyslí standardizované testy na HSSP (Kolář & Lewit, 2005).

S tím souvisí i výběr probandů. Probandy jsem si vybrala z řad kolegů na katedře tělesné výchovy na Pedagogické fakultě University Karlovy, abych tím zajistila podobnou sportovní zátěž. Proto výsledky budou odpovídat pouze sportovcům. S tím vyvstává otázka, zda mají všichni sportovci HSSP na dobré úrovni. Za předpokladu že ano, pak jak moc se dá ještě posílit? Proto zde bude problematické určit, zda při zlepšení výsledku testu na statickou rovnováhu můžeme mluvit i o posílení funkce HSSP.

Vzhledem k počtu probandů nebude validita výzkumu velká. Tak malý počet probandů byl dán nedostatečným zájmem. Přesto jsem původně chtěla pouze 10 probandů v experimentální skupině a 10 v kontrolní, což je stále velmi malý počet, a proto je validita

výzkumu malá. To bylo dáno časovou náročností uskutečnění tréninků. Proto má tento výzkum sloužit především k rozšíření v budoucnosti a k poukázání na případný vztah slackline jako možnou terapeutickou pomůcku pro aktivaci HSSP, čímž se dneska nikdo nezabýval.

Pro minimální ovlivnění z mé strany jsem při vedení tréninků jsem stanovila cíle hodiny, které jsem se snažila nepřesáhnout. V průběhu tréninků jsem se snažila o profesionalitu, ale musela jsem počítat s možným ovlivněním výsledků vzhledem k mé známosti s probandy. Vzhledem k tomu, že všechny členy experimentální skupiny jsem znala po stejnou dobu a známosti byly na podobné úrovni, vedlo to k větší efektivitě. Proto bych doporučila prodloužit délku výzkumu u nesportovců a osob, které předem neznáme.

K zpracování dat jsem využila doporučených způsobů, které jsem se učila v hodinách statistiky a pravděpodobnosti na katedře matematiky na Pedagogické fakultě University Karlovy. Vzhledem k tomu jsem i formulovala hypotézy. Proto se v první hypotéze zajímám pouze o vztah a až následně v druhé hypotéze se zajímám, za předpokladu prokázání vztahu, o pozitivní či negativní ovlivnění. Mohla by nastat situace, že se vztah neprokáže, ale výsledky by mohly poukazovat na určitou závislost. Toto by bylo vzhledem k počtu probandů zavádějící.

U vstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny (viz Tabulka 3 Vstupní výsledky testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny) v první pozici dva probandi nedosáhli maximální délky výdrže. Můžeme z toho usuzovat, že jejich statická rovnováha není v tak dobrém stavu jako u ostatních probandů. U probanda 5 na to mohl mít vliv psychický stav. Ve druhé pozici měli probandi 4 a 6 o něco lepší výsledky než ostatní, ale navzájem si podobné. Oproti ostatním ale nebyli enormně lepší.

V třetí pozici stejní dva probandi 4 a 6 měli o malinko lepší výsledky, ale rozdíl již nebyl tak velký jako u předchozí pozice.

Podobně tomu bylo u experimentální skupiny (viz Tabulka 5 Vstupní výsledky testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny). Probandi 1 a 4 nedosáhli maximálního výsledku. Je zajímavé, že oba se necítili v dobré psychické stavu.

U druhé pozice proband 3 dosáhl výrazně větší výdrže na pravé noze, která je jeho dominantní, i oproti probandům z kontrolní skupiny. Ostatní výsledky byly v podobném rozmezí.

Ve třetí pozici byl tento proband již v podobném rozmezí jako ostatní. Výrazně lepších výsledků dosáhl proband 6, který měl jedny z nejlepších výsledků i u druhé pozice, i když ne tak enormně velké vůči ostatním.

Výsledky kontrolní a experimentální skupiny byly v podobném rozmezí až na enormní výsledky probanda 3 experimentální skupiny ve druhé pozici na pravé noze a probanda 6 experimentální skupiny, který má celkové výsledky nejlepší. Musíme tedy počítat s tím, že proband 6 experimentální skupiny má v začátku výzkumu lepší statickou rovnováhu než ostatní. U probanda 3 experimentální skupiny bude zdůvodnění složitější, vzhledem k tomu, že enormního výsledku dosáhl pouze na jedné noze a ostatní výsledky jsou podobné ostatním. Proto jej považuji za nepodstatnou zvláštnost, vzhledem k cílům práce.

Výsledky vstupního testu na slackline experimentální skupiny (viz Tabulka 8 Vstupní výsledky testu na slackline experimentální skupiny) odpovídají začátečníkům, kteří mají podobné zkušenosti se slackline. Proband 3 má výraznější počet kroků vpřed než ostatní, ale v ostatních prvcích je na tom stejně. Naopak proband 4 má výrazně slabší výkon.

Zajímavé je porovnání vstupních výsledků na statickou rovnováhu a na slackline u probandů, kteří neměli podobné výsledky jako ostatní. Jedná se o probandy 1, 3, 4 a 6. Proband 1 nedosáhl maximálního počtu v testu na statickou rovnováhu v první pozici na pravé noze, ale výsledky testu na slackline má podobné ostatním. Proband 3 má enormní výsledky na pravé noze testu na statickou rovnováhu a byl schopen ujit výrazně více kroků na slackline než ostatní. Proband 4 nedosáhl maximálního výsledku v první pozici testu na statickou rovnováhu na pravé noze, která není jeho dominantní, a byl i nejslabší ve výsledcích na slackline. Proband 6 má lepší výsledky na statickou rovnováhu oproti ostatním, ale v testu na slackline dosáhl podobných výsledků. Z toho nelze ještě určit jakýkoliv vztah mezi výkonem na slackline a testu na statickou rovnováhu.

U experimentální skupiny ve vstupním testu na statickou rovnováhu dosáhl nejlepších průměrných hodnot proband 6 a v testu na slackline proband 3, který dosáhl druhého

nejlepšího výsledku v testu na statickou rovnováhu. Naopak nejhorší výsledky v testu na statickou rovnováhu dosáhl proband 1 a u testu na slackline proband 4.

U výstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny (viz Tabulka 9 Výstupní výsledky testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny) opět dva probandi nedosáhli maximálního výsledku. Jedná se o probandy 3 a 5, kteří nedosáhli maxima ani ve vstupním testu. Oba probandi nedosáhli maxima na stejné noze, přesto se o několik sekund zlepšili. Toto zlepšení je v řádu několika sekund, což je zanedbatelné. V ostatních pozicích dosáhli probandi podobných výsledků jako u vstupního testu.

Naopak výsledky testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny (viz Tabulka 11 Výstupní výsledky testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny) byly oproti výsledkům výstupního testu na statickou rovnováhu kontrolní skupiny výrazně lepší. V první pozici v experimentální skupině opět dva probandi, jako u vstupního testu na statickou rovnováhu, nedosáhli maxima. Byl to proband 1 a 5. Proband 1 nedosáhl maxima ani ve vstupním testu, ale ve výstupních výsledcích se zlepšil skoro o 20 sekund, což je přibližně o dvě třetiny lepší výsledek než u vstupního testu. U vstupního testu nedosáhl maxima proband 4, ale u výstupního testu již ano. Proband 5 se naopak oproti vstupnímu testu, kde dosáhl maxima, zhoršil na své dominantní noze, ale jedná se o zhoršení pouze o 2 sekundy. Přesto to znamená, že pozice pro něj byla náročnější, protože výsledek nebyl určen dosažením maxima.

V druhé pozici byly výsledky velmi rozdílné. Na pravé noze dosáhl enormního výsledku až sedmkrát lepšího než průměrné výsledky proband 6. Enormní výsledky na pravé noze měl také proband 3, který oproti ostatním dosáhl pouze dvojnásobě lepšího výsledku. Ostatní probandi dosáhli velmi podobných výsledků. Výsledky na levé noze byly naprosto různorodé. Jejich rozmezí je od 8 sekund po 48 sekund různě rozmístěné v této škále, což je velmi zvláštní. Přesto v porovnání s výsledky vstupního měření je vidět určité zlepšení na obou nohách.

V třetí pozici na pravé noze má enormní výsledky proband 2, opět o více než dvojnásobek oproti ostatním probandům. Výsledky na levé noze jsou jednotnější, přesto má proband 2 nejlepší výsledek, jen ne s takovým rozdílem.

U výstupních výsledků testu na statickou rovnováhu experimentální skupiny můžeme vidět určité zlepšení oproti výstupním výsledkům kontrolní skupiny i oproti vstupním výsledkům samotné experimentální skupiny, přesto jsou v porovnání s nimi, co se týče výsledků probandů navzájem mezi sebou, mnohem méně jednotné.

U výstupního testu na slackline se, jak se předpokládalo, projevil trénink. Sedm prvků z osmi zvládli provést všichni probandi. Jedinou otočku nezvládli probandi 2 a 4. V počtu kroků vpřed jsou výsledky probandů navzájem mezi sebou nejednotné. Nejvíce kroků udělal proband 3, a to 73, a nejméně proband 1, 13 kroků. U kroků vzad jsou výsledky jednotnější.

U experimentální skupiny ve výstupním testu na statickou rovnováhu dosáhl nejlepších průměrných hodnot, jako u vstupního testu, proband 6. Výsledky probandů byli mnohem blíže k sobě. V testu na slackline to bylo podobné. Nejlepšího výsledku dosáhl proband 3, ale již s poměrně velkým náskokem. Naopak nejhorší výsledky v testu na statickou rovnováhu získal opět proband 1, ale o ještě menší přepočít než u nejlepších výsledků. U testu na slackline to byl opět proband 4. Toto zjištění je velmi zajímavé a stálo by za další prozkoumání. Nabízí se tu otázka, pokud se prokáže vztah tréninkem na slackline a výsledky statické rovnováhy, zda by tento vztah mohl být přímo úměrný. Pokud ano, do jaké výše úrovně zdatnosti na slackline by to platilo.

Pokud se podíváme na výsledky kontrolní skupiny v testu na statickou rovnováhu v tabulce Tabulka 15 Procentuální zlepšení v testu statickou rovnováhu kontrolní skupiny vidíme, že procentuální zlepšení či zhoršení je v řádu setin procenta. Díky tomu, že probandi jsou ze stejného prostředí, mohou předpokládat, že výsledky experimentální skupiny ovlivnil především trénink na slackline.

Pokud se podíváme na Tabulka 16 Procentuální zlepšení v testu statickou rovnováhu experimentální skupiny, vidíme, že 5 probandů z 6 se v testech zlepšilo. Výsledky ostatních ukazují na zlepšení statické rovnováhy, ale proband 5 se zhoršil o 12 %, což je naprosto atypický výsledek oproti výsledkům, ostatních členů skupiny. Ve své diplomní práci Jurman došel u skupiny dětí k podobnému závěru. Jedno dítě z deseti se v testech na statickou rovnováhu zhoršilo. To by mohlo ukazovat na určitou skupinu v populaci, na kterou má trénink na slackline negativní vliv, co se týče statické rovnováhy. Ale vzhledem k počtu

probandů je to pouze spekulace a pro tento výzkum probanda 5 budu považovat za ojedinělý případ.

Pokud se podíváme na Tabulka 17 Procentuální zlepšení testu na slackline experimentální skupiny, vidíme, že procentuální zlepšení probandů je nejednotné. Všichni probandi se zlepšili o více než 100 %, konkrétně nejmenší zlepšení měl proband 1, a to 600 %. Toto obrovské zlepšení můžeme přisuzovat tomu, že všichni probandi jsou sportovci, a tak tomu je u nich lépe rozvíjená koordinace a na slackline se naučili velmi rychle. Je těžko určitelné, že by podobných výsledků dosahovali i nesportovci, proto bych u takové skupiny doporučila delší dobu výzkumu.

Přesto jsou výsledky velmi nejednotné. Rozdíl mezi nejhorším zlepšením a nejlepším je 2750 %, což je obrovský rozdíl. Nejlepšího výsledku dosáhl proband 4, tento výsledek je enormní vůči ostatním. Je více jak dvojnásobný oproti druhému nejlepšímu výsledku, kterého dosáhl proband 5. Ostatní probandi mají výsledky jednotnější. Příčinou mohlo být nízká koordinace úroveň probanda či velké nadšení a tím i pilná práce při tréninku.

Atypické je zlepšení probanda 5, který se jako jediný v testech na statickou rovnováhu zhoršil, ale v testech na slackline měl druhý nejlepší výsledek. Vzhledem k nejednoznačnosti výsledků se těžko odhaduje, jestli opravdu bude existovat nějaký vztah mezi tréninkem na slackline a statickou rovnováhou, a tím s HSSP. Zlepšení na slackline je oproti zlepšení na statickou rovnováhu obrovské, což se předpokládalo vzhledem k tomu, že trénink byl zaměřen na slackline. To je vidět v Tabulka 18 Tabulka pro výpočet chí kvadrátu pro výpočet chí kvadrátu, kde je zaznamenáno zlepšení na slackline oproti zlepšení na statickou rovnováhu. Mohli bychom odhadnout určitý trend, ale vzhledem k tak malému vzorku je to pouze dohad. Navíc by tento trend tvořila pouhá polovina probandů, což je velmi málo.

K ověření první hypotézy jsem spočítala chí kvadrát, který zde bude rozhodující vzhledem k tomu, že z výsledků se nedá naprosto nic usuzovat. Výsledek chí kvadrátu je roven 10, což je větší než odpovídající kvantil, který je roven 7,81. Z toho vyplývá, že zlepšení na slackline a zlepšení na statickou rovnováhu je navzájem závislé.

Zbývá pouze otázka, zda tento vztah platí i pro HSSP. Vzhledem k modifikaci testů a úvahy, že se na statické rovnováze také podílí HSSP a ke zlepšení statické rovnováhy došlo,

můžeme se domnívat, že existuje i vztah mezi tréninkem na slackline a posílením HSSP. To do jisté míry podporují i práce zabývající se posturální stabilitou, ve kterých se prokázalo, že trénink na slackline má na ni pozitivní vliv. V tomto případě je opět problém s přesným určením, do jaké míry se HSSP podílí na posturální stabilitě.

K ověření druhé hypotézy jsem spočetla procentuální zlepšení kontrolní a experimentální skupiny. Zlepšení kontrolní skupiny odpovídá 0 %. Naopak zlepšení experimentální skupiny odpovídá 14 %. Je-li dostatečné na jasné určení, zda má trénink pozitivní vliv je spekulativní. Přesto se stále jedná o výrazné zlepšení oproti kontrolní skupině, a to i s probandem, který se zhoršil. Pokud bychom tohoto probanda vyřadil, z důvodu jeho atypičnosti, dostaneme 20 % průměrné zlepšení, což je skoro dvojnásobně větší oproti výsledku s probandem 5. Můžeme tedy jistě říct, že došlo ke zlepšení u 5 probandů z 6 a průměrné zlepšení experimentální skupiny je výrazně větší oproti kontrolní skupině a ti i s probandem, který se zhoršil. Bez něj je průměrné zlepšení skupiny výrazně větší oproti kontrolní skupině.

K ověření třetí hypotézy jsem spočetla u vstupního a výstupního testu na statickou rovnováhu rozdíl průměrných hodnot na levé od průměrných hodnot na pravé noze. Pokud se podíváme na tabulky Tabulka 19 Levo-pravá dysbalance kontrolní skupiny a Tabulka 20 Levo-pravá dysbalance experimentální skupiny vidíme zde, že co se týče vyvážení u vstupních testů, mají probandi experimentální skupiny horší výsledky oproti kontrolní skupině. Týká se to probanda 1 a 3, ostatní mají podobné výsledky jako probandi kontrolní skupiny.

Pokud se podíváme na výstupní testování výsledky experimentální skupiny, jsou rozdíly opět nejednotné. Naopak výsledky kontrolní skupiny jsou poměrně jednotné. Všichni probandi skupiny mají lepší výsledky na pravé noze, ale úplné rovnováhy nikdo nedosahuje.

Pokud porovnáme vstupní a výstupní rozdíly, dostaneme u obou skupin probandy, kteří měli ve vstupním testu lepší výsledky na opačné noze než u výstupních testů. Jsou to probandi 2 a 5 z kontrolní skupiny a proband 6 z experimentální skupiny. Vzhledem k počtu probandů nemůžeme z toho nic vyvozovat.

Pokud se podíváme na rozdíly a porovnáme je, s dominantní nohou není zřetelná žádná souvislost. V kontrolní skupině měli 3 probandi z 6 lepší výsledky na dominantní noze, 1 proband měl lepší výsledky na opačné noze a 2 probandi měli ve výsledcích předchozí jev.



Tedy z výsledků není vidět žádný vztah mezi výkony na pravé/levé noze a dominantní končetinou. Pokud se podíváme na experimentální skupinu, zde 3 probandi měli lepší výsledky na dominantní noze, dva na nedominantní noze a 1 měl výše zmíněný jev. Podobně jako u kontrolní skupiny není vidět žádný prokazatelný vztah mezi dominantní nohou a výsledky testu na statickou rovnováhu. Příčinou může být i malý vzorek.

Dále se také ukázalo, že 2 probandi kontrolní skupiny a jeden proband experimentální skupiny měli u vstupních testů rozdíl nulový a u výstupního testu měli rozdíl výrazně větší, konkrétně přibližně o 0,1, což je vzhledem k přepočtům poměrně hodně. Je zajímavé, že je zde stejný poměr tohoto trendu jako v předchozím případě. Tedy jednalo se o dva probandy kontrolní skupiny a jednoho probanda experimentální skupiny, což by mohlo naznačovat případné zlepšení.

Opačné změny, tedy z určité dysbalance u vstupního testu do rovnováhy u výstupního testu, dosáhl pouze jeden proband experimentální skupiny, což by opět poukazovalo na určité snižování dysbalance.

Pokud se přímo podíváme, u kolika probandů kontrolní skupiny se dysbalance zmírnila, zjišťujeme dle Tabulka 19 Levo-pravá dysbalance kontrolní skupiny, že se nezlepšil žádný proband. Přesto se v této skupině objevily podivné jevy popsáné v předchozích odstavcích. Proto nemůžeme přesně říci, že na výsledky experimentální skupiny bude mít vliv pouze trénink na slackline.

Také výsledky experimentální skupiny na toto poukazují. Třem probandům ze 6 se levo-pravá dysbalance zmírnila, ale toto snížení bylo v řádech setin, což je velmi málo.

Zlepšení experimentální skupiny je buď minimální nebo žádné. Vzhledem k výsledkům kontrolní skupiny a různým dalším netypickým jevům nemůžeme o vztahu tréninku na slackline a levo-pravou dysbalancí mluvit. Může to být způsobeno málo počtem vzorkem. Tedy snížení levo-pravé dysbalance se neprokázalo.

## 5 Závěry

Na základě experimentu, ve kterém jsem ověřovala prostřednictvím modifikovaných testů na statickou rovnováhu, zda existuje vztah mezi tréninkem na slackline a funkcí HSSP. Výsledky prokázaly závislost.

Na 5 probandů ze 6 měl trénink pozitivní vliv. Průměrné pozitivní zlepšení 5 probandů bylo 20 %. Průměrné zlepšení celé skupiny bylo 14 %. Procentuální zlepšení se týká testu na statickou rovnováhu. Díky výraznému zlepšení oproti kontrolní skupině, předpokládám i pozitivní ovlivnění HSSP.

Nelze potvrdit hypotézu o snížení levo-pravé dysbalance. Výsledky kontrolní skupiny byly nejednotné, a proto nelze prokázat, že měl na výstupní test vliv pouze trénink slackline.

Na základě provedeného šetření je možné doporučit cvičení na slackline jako vhodný prostředek pro rozvíjení statické rovnováhy a tím i HSSP.

Potvrzení či vyvrácení hypotéz platí pouze pro můj vzorek a nelze jej vzhledem k malému vzorku zobecňovat. Přesto kvůli k častým poruchám HSSP je téma jeho posílení aktuální a v kombinaci s velmi mladým sportem získávajícím na popularitě se může tato práce stát podkladem pro mnohem rozsáhlejší výzkum. I kdyby se rozšiřující výzkum neuskutečnil, poukazují zde a upozorňuji na velmi aktuální témata, čímž je práce přínosem sama o sobě.

## 6 Citovaná literatura

- APS the World Leader in Outfitting Sailors. (nedatováno). Načteno z [http://www.apsltd.com/line/single-braids-dyneema-vectran.html#cb\\_single\\_braids](http://www.apsltd.com/line/single-braids-dyneema-vectran.html#cb_single_braids)
- Ashburn, H. (2012). *How to slackline! A comprehensive guide to rigging and walking techniques for tricklines, longlines, and highlines*.
- Bílková, I. (2011). *FYZIOklinika*. Načteno z <https://www.fyzioklinika.cz/clanky-o-zdravi/hluboky-stabilizacni-system>
- Brožková, M. (2015). *Vliv tréninku na slackline na posturální stabilizaci*. Praha: UK v Praze, FTVS.
- Čelikovský, S., Měkota, K., Kasa, J., & Belej, M. (Prešov). *Antropomotorika 1*. 1985: Pedagogická fakulta v Prešove.
- Čermák, J., Chválková, O., & Boltíková, V. (1988). *Záda už mě nebolí*. Praha: Vašut.
- Čihák, R. (2011). *Anatomie 1*. Praha: Grada.
- Čumpelík, J. (2015). rehabilitační seminář na téma o správném držení těla a vlivu dýchání na správné držení těla. Dobřechovice: přednáška.
- Dom, J. (2017). *Slackline Academy, Find your balance*. Získáno 18.. červen 2017, z <http://slacklineacademy.com.au/courses/basics/supplementary-material/>
- Dvořák, R., & Vařenka, I. (1999). Příspěvek k objektivizaci vývoje schopnosti. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*(3), 86-90.
- Dylevský, I. (2009). *Kineziologie- Základy strukturální kineziologie*. Praha: Triton.
- Dylevský, I. (2011). *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání.
- Dylevský, I., Druga, R., & Mrázková, O. (2000). *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada.
- Gabel, C., Osborne, J., Burkett, B., Müller, E., & Taube, M. (2015). The influence of 'Slacklining' on quadriceps rehabilitation, activation and intensity. *Journal of Science and Medicine in Sport*., 62-66.
- Hanzlová, J., & Hemza, J. (2004). *Základy anatomie pohybového ústrojí*. Brno: Masarykova univerzita v Brně.
- Holaňová, R., Krhut, J., & Muraňová, I. (2007). Funkční vyšetření pánevního dna. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 87-90.
- Honová, K. (2012). Aktivace hlubokého stabilizačního systému s využitím tyče flexi-bar. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*-, 90-94.

- Hrabica, P. (17. červenec 2015). *český rozhlas*. Načteno z Radiožurnál: [http://www.rozhlas.cz/radiozurnal/encyklopedie/\\_zprava/popelky-pomaluvymirajijaka-je-prumerna-velikost-dnesni-bot-1507922](http://www.rozhlas.cz/radiozurnal/encyklopedie/_zprava/popelky-pomaluvymirajijaka-je-prumerna-velikost-dnesni-bot-1507922)
- Hronzová, M. (2011). *Vyrovňovací a kondiční cvičení. Učební text a zásobník cviků pro studenty pedagogické fakulty*. Praha: Pedagogická fakulta .
- Jarkovská, H. (2007). *Cvičení na velkém míči*. Praha: Grada.
- Jelínek J., Z. V. (2007). *Biologie pro gymnázia*. Olomouc: Olomouc.
- Jurman, M. (2015). *Vliv slackline na rozvoj rovnovážných schopností*. Brno: Masarikova Universita, Fakulta sportovních studií.
- Kleindl, R. (2010). *Slackline - die Kunst des modernen Seiltanzens*. Aachen: Meyer.
- Kolář, P. (2002). *Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze*. Praha: Klinická rehabilitace UK.
- Kolář, P. (2006). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů - diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 155-170.
- Kolář, P. (2007). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře–terapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*(1), 3-17.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kolář, P., & Lewit, K. (2005). *Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží*. Načteno z <http://www.solen.cz/pdfs/neu/2005/05/10.pdf>
- Komárová, K. (2013). *Slackline jako terapeutická možnost ovlivnění posturální stability*. Praha: UK v Praze, 2. lékařská fakulta.
- Krčál, L. (2012). *Vliv řízení intervence se slacklinena rozvoj rovnovážných schopností*. Olomouc: Universita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury.
- Kučera, M., Kolář, P., Dylevský, I., & al., e. (2011). *Dítě, Sport a Zdraví*. Praha: Galén.
- Kučera, P. (2013). *lajny.cz*. Načteno z [lajny.cz](https://lajny.cz): <https://lajny.cz>
- Kukucz, J. (2015). *MuDr. Jaromír Kukucz, Pro lékaře*. Získáno 18. červen 2017, z <http://www.kukucz.com/lekari.php?article=19>
- Kváš, O. (2013). *Metodická příručka slackline*. Hradec Králové: Česká asociace slackline, o.s.
- Magnus, R. (1924). *Körperstellung*. Berlín: Springer-Verlag.
- Mahéšvaránanda, P. (2003). *Jóga proti bolestem v zádech*. . Střílky: DNM import-export s.r.o.

- Mai-Duc, C., Branson/Potts, H., & Mejia, B. (18.. květen 2015). *Los Angeles Times*. Získáno 12.. červen 2017, z <http://www.latimes.com/local/lanow/la-me-ln-extreme-athlete-dean-potter-dead-yosemite-2015051-story.html>
- Maňasková, D. (18. březen 2011). *MUDr. Dana Maňasková*. Získáno 25. červen 2017, z <http://medicinman.cz/?p=nemoci-sympt/motoricky-vyvoj-kojence>
- Měkota, K., & Blahuš, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: SPN.
- Michalíková, L. (19. leden 2016). *Široké/úzké nohy*. Načteno z V pavučině: <http://www.vpavucine.blogspot.cz/2016/01/sirokeuzke-nohy.html?m=1>
- Miller, F., & Friesinger, F. (2008). *Slackline: Tipps, Tricks, Technik*. Köngen: Panico.
- Mysliveček, J. (2009). *Základy neurověd*. Praha: Triton.
- Oravcová, L. (2016). *Princip zdravého pohybu Jóga a jógová terapie*. Olomouc: Václav Lukeš – Poznání, 1. máje 29.
- Pfusterschmied, J., Buchecker, M., Keller, M., & Wagner, H. (2013). Supervised slackline training improves postural stability. *Journal of Sport Science*, 49-57.
- Pfusterschmied, J., Stöggel, T., Buchecker, M., Lindinger, S., Wagner, H., & Müller, E. (2013). Effects of 4- week slackline training on lower limb joint motion and muscle activation: 8-Year-Olds vs. Adults. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 562-566.
- Rom, K. (2009). Die slackline für das Fach Bewegung und Sport. *Bewegungserziehung*, 3.
- Rychnovský, T., & Pivec, M. (2009). Výška a funkce bránice závisí na pohybu hrudníku při dýchání. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 58-66.
- Sinělníkov, R. D. (1982). *Atlas anatomie člověka*. Praha: Avicenum.
- Snášel, M. (19.. červenec 2012). *core training*. Načteno z core training: <http://www.coretraining.cz/2012/07/multifidus---male-velke-svaly/>
- Spirduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2005). *Physical Dimension of Aging (2nd ed.)*. USA: Human Kinetics.
- Šimková, L. (2012). *Posouzení vybraných parametrů stability a síly plantární a dorzální flexe u chodců na slackline*. Praha: UK v Praze, FTVS.
- Thomann, A. (08./09.. červen 2013). "Methodik im Slacklinesport - Wie geht guter Slacklineunterricht?". Načteno z [https://www.jdav.de/chameleon/public/2d553f27-811c-4c98-5a24-c9556395e872/Andi-Thomann-Methodik-im-Slacklinesport-Wie-geht-guter-Slacklineunterricht\\_1-JDAV-Slackline-Symposium-TALK-THE-LINE-08-09-Juni-2013\\_22433.pdf](https://www.jdav.de/chameleon/public/2d553f27-811c-4c98-5a24-c9556395e872/Andi-Thomann-Methodik-im-Slacklinesport-Wie-geht-guter-Slacklineunterricht_1-JDAV-Slackline-Symposium-TALK-THE-LINE-08-09-Juni-2013_22433.pdf)

- Tichý, M. (2005). *Dysfunkce Kloubu, Podstata konceptu funkční manuální medicíny*. Praha: Miroslav Tichý.
- Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J., & Votava, J. (1996). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada.
- Vařeka, I., & Dvořák, R. (2001). Posturální model řetězení poruch funkce pohybového systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 33-37.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Vojta, V. (1995). *Vojtův princip*. Praha: Grada.